



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ A CYKLISTY VE MESTĚ ZVOLEN

THE FOOTBRIDGE FOR PEDESTRIANS AND CYCLISTS IN ZVOLEN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

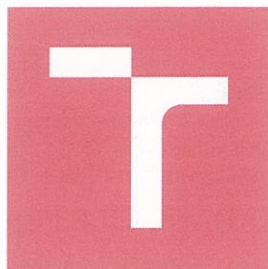
Bc FEDOR HRIC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2017



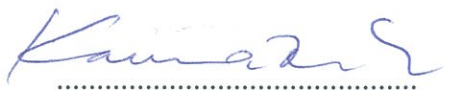
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVNÍŠTĚ	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Fedor Hric
NÁZEV	Lávka pro pěší a cyklisty ve městě Zvolen
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Milan Šmak, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016


prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu

ČSN EN 1990 "Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí"

ČSN EN 1991-1 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1: Obecná zatížení"

ČSN EN 1993-1 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ČSN EN 1995-1 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Vypracujte návrh nosné konstrukce lávky pro pěší a cyklisty přes řeku Slatina ve městě Zvolen. Konstrukci navrhnete z lepeného lamelového dřeva, rostlého dřeva, materiálů na bázi dřeva a ocelových konstrukčních prvků. Volba konstrukčního systému je součástí diplomové práce. Rozpětí lávky uvažujte 25m. Nosnou konstrukci navrhnete v alternativním uspořádání.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet základních nosných prvků, kotvení a směrných detailů
3. Výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího diplomové práce
4. Výkaz výměr

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Milan Šmak, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.
Autor práce Bc. Fedor Hric

Škola Vysoké učení technické v Brně
Fakulta Stavební
Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Lávka pro pěší a cyklisty ve městě Zvolen
Název práce v anglickém jazyce The footbridge for pedestrians and cyclists in Zvolen

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze PDF

Abstrakt práce Diplomová práce sa zaoberá drevenou konštrukciou lávky pre chodcov a cyklistov cez rieku Slatina v meste Zvolen a to vo variantnom usporiadaní. V prvej variante je lávka navrhnutá ako prostý oblúkový nosník z lepeného lamelového dreva. Ďalej je táto varianta navrhnutá s medzil'ahlou mostovkou z rasteného dreva. Druhá varianta je navrhnutá ako oblúková konštrukcia s medzil'ahlými priamymi trámami. V tejto variante je ponechaný pôvodný návrh mostovky (tj. materiál, rozmery). Obe varianty sú overené podľa aktuálne platných štandardov.

Abstrakt práce v anglickém jazyce Diploma's thesis is about timber structure of footbridge for pedestrians and cyclists over the Slatina river in the city of Zvolen as cast of alternatives. In the first alternative is footbridge designed as a simple arched beam, made of glued laminated timber. Footbridge is also designed with semi through bridge deck, made of structural timber. The second alternative is designed as a tied arch structure. At this alternative is the bridge deck left unchanged (material, sizes of members). Both alternatives are attested by currents standarts.

Klíčová slova Prostý oblúkový nosník, oblúková konštrukcia lávky, medzil'ahlá mostovka, lepené lamelové drevo, zaťaženie, posúdenie, návrh, využitie, lávka, Zvolen

Klíčová slova v anglickém jazyce Simple arched beam, tied arch structure of footbridge, semi through bridge deck, glued laminated timber, load, check, design, exploitation, footbridge, Zvolen

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá drevenou konštrukciou lávky pre chodcov a cyklistov cez rieku Slatina v meste Zvolen a to vo variantnom usporiadaní. V prvej variante je lávka navrhnutá ako prostý oblúkový nosník z lepeného lamelového dreva. Ďalej je táto varianta navrhnutá s medzil'ahlou mostovkou z rasteného dreva. Druhá varianta je navrhnutá ako oblúková konštrukcia s medzil'ahlými priamymi trámami. V tejto variante je ponechaný pôvodný návrh mostovky (tj. materiál, rozmery). Oba varianty sú overené podľa aktuálne platných štandardov.

Kľúčové slová

Prostý oblúkový nosník, oblúková konštrukcia lávky, medzil'ahlá mostovka, lepené lamelové drevo, zaťaženie, posúdenie, návrh, využitie, lávka, Zvolen

Abstract

Diploma's thesis is about timber structure of footbridge for pedestrians and cyclists over the Slatina river in the city of Zvolen as cast of alternatives. In the first alternative is footbridge designed as a simple arched beam, made of glued laminated timber. Footbridge is also designed with semi through bridge deck, made of structural timber. The second alternative is designed as a tied arch structure. At this alternative is the bridge deck left unchanged (material, sizes of members). Both alternatives are attested by currents standarts.

Keywords

Simple arched beam, tied arch structure of footbridge, semi through bridge deck, glued laminated timber, load, check, design, exploitation, footbridge, Zvolen

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Fedor Hric *Lávka pro pěší a cyklisty ve městě Zvolen*. Brno, 2017. 49 s., 198 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'F' followed by a series of loops and a final upward stroke.

Bc. Fedor Hric
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters, positioned above a horizontal line.

Bc. Fedor Hric
autor práce

Pod'akovanie:

Týmto by som chcel vyjadriť obrovskú vďaku všetkým tým, ktorí mi nesmierne nápomocní pri tvorbe tejto práce. Najväčšia vďaka patrí samozrejme vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Milanovi Šmakovi, Ph.D. za jeho cenné rady, skúsenosti a pomoc pri naskytnutí problémov a celkovo jeho čas, ktorý mi venoval.

Taktiež ďakujem za pomoc Ing. Jozefovi Havranovi, za krátke, ale hodnotné konzultácie v rámci programu Scia Engineer, v ktorom bola spravená značná časť tejto práce.

Veľká vďaka patrí hlavne mojim rodičom. Za to, že pretrpeli to, že som opäť tento polrok chodil domov zriedkavejšie ako zvyčajne. Za to, že ma ale neprestali zásobovať či už potravinami, ale hlavne povzbudivými slovami, keď som to najviac potreboval.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ A CYKLISTI VE MĚSTE ZVOLEN

TECHNICKÁ SPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. FEDOR HRIC

BRNO 2017

Obsah

1	Úvod	3
2	Základné údaje	3
2.1	Údaje stavby	3
2.2	Stručný opis pôvodnej lávky	4
2.3	Zdôvodnenie stavby	5
2.4	Charakter prekážky	5
2.5	Územné podmienky	6
2.6	Geologické podmienky	6
3	Predpoklady posúdenia a návrhu nosnej konštrukcie	6
4	Popis konštrukčného riešenia	7
4.1	Prvý variant lávky	7
4.1.1	Geometria variantu lávky	7
4.1.2	Popis prvého variantu lávky	7
4.1.3	Prierezové rozmery a materiál	8
4.2	Druhý variant lávky	8
4.2.1	Geometria variantu lávky	8
4.2.2	Popis druhého variantu lávky	9
4.2.3	Prierezové rozmery a materiál	9
5	Popis statického riešenia nosnej konštrukcie	9
6	POROVNANIE VARIANT RIEŠENÍ	10
6.1	Kritéria posudzovania jednotlivých variant	10
6.2	Zhodnotenie variantov	12
6.2.1	Druhý variant	12
6.2.2	Prvý variant	12
7	Zoznam príloh	13
8	Zoznam použitých zdrojov:	14

1 Úvod

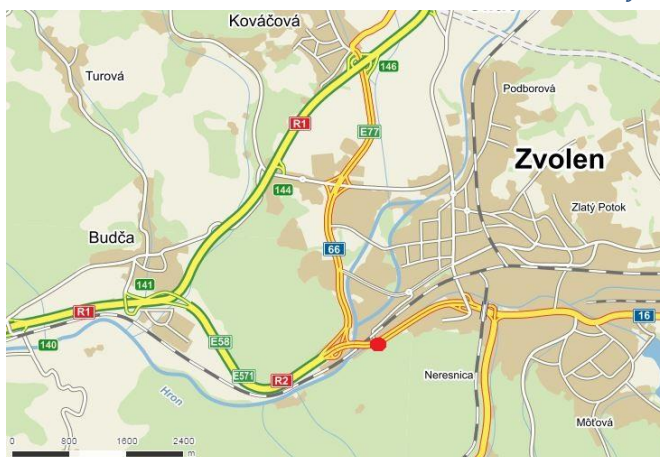
Predmetom tejto práce je návrh a posúdenie drevenej konštrukcie lávky pre peších a cyklistov v meste Zvolen. Lávka bude premostovať rieku Slatina a bude umiestnená na mieste bývalej lávky, ktorá už bola medzičasom zdemolovaná pre mnohé nedostatky (viď 2.2. Stručný opis pôvodnej lávky). V návrhu sa načrtnú dve možné varianty lávky s podrobnými posudkami, z ktorých sa potom na základe neskôr uvedených kritérií vyberie tá najvhodnejšia.

2 Základné údaje

2.1 Údaje stavby

Názov stavby: Lávka pre peších a cyklistov v meste Zvolen
 Obec: Zvolen
 Kraj: Banskobystrický
 Katastrálne územie: Zvolen – Pustý hrad
 Objednávateľ: FAST, VUT v Brně
 Veveří 331/95
 602 00 Brno

Obrázok 1 Poloha lávky



Obrázok 2 Letecký pohľad



2.2 Stručný opis pôvodnej lávky

Pôvodná lávka taktiež premostovala rieku Slatina v km 0,415. Trasa je vedená z mesta Zvolen (časť Balkán) do chatovej oblasti Červený Medokýš, ako aj do oblasti kde sa nachádza známa miestna kultúrna pamiatka – zrúcanina Pustý hrad.

Lávka bola vyrobená z oceli (celozváraná), s dvomi priamopásovými, plnostennými hlavnými nosníkmi o dvoch poliach. Rozpätie polí bolo 2 x 15m a osová vzdialenosť hlavných nosníkov 1,6m. Lávka bola uložená na krajoch cez ložiská na základové betónové brehovú piliere a v strede toku na kyvnej ocelej podpore. Hlavné nosníky s nosníkmi mostovky tvorili otvorený prierez (netuhý na krútenie). Dolné stužidlá boli trojuholníkové sústavy tvorené z jednoduchých uholníkových prierezov. Priečniky a pozdĺžniky mostovky boli tvorené z valcovaných U prierezov, na ktoré bola uložená pochôdzna podlaha z drevených fošní a vrstva liateho asfaltu. Lávka mala aj obojstranné oceleové zábradlie (o výške 1000mm) z uholníkov a tyčí $\varnothing 16$.

V lete roku 2010 bola táto lávka pre havarijný technický stav odstránená. Výsledky statického výpočtu ako aj vizuálnej kontroly odhalili značné nedostatky:

1. Korozívne poškodenie ložísk → obmedzenie statického pôsobenia
2. Sadanie základov → vychýlenie strednej podpory o cca 150mm
3. Preťažovanie konštrukcie → značné zvislé deformácie
4. Zhnitá drevená mostovka, skorodovaná odlúpnutá asfaltová zálievka → diery v mostovke
5. Nevyhovujúca svetlá šírka lávky podľa súčasnej normy (2 m)



Obrázok 3 Pôvodná lávka



Obrázok 4 Detaily pôvodnej lávky - nedostatky

Hlavné závery posudku[29]:

- Náklady na sanáciu = náklady novej lávky
- Nové riešenie by už vyžadovalo stavbu bez strednej podpory a bez zasahovania brehových pilierov do profilu toku → nutné nové základy
- Pôvodná lávka nepoužiteľná na dvojité rozpätie (30m bez strednej podpory)

Najmä kvôli týmto poznatkom bolo možné konštatovať, že rekonštrukcia tejto lávky je bezpredmetná a že ekonomickejšie ju bude odstrániť a nahradiť úplne novou konštrukciou.

2.3 Zdôvodnenie stavby

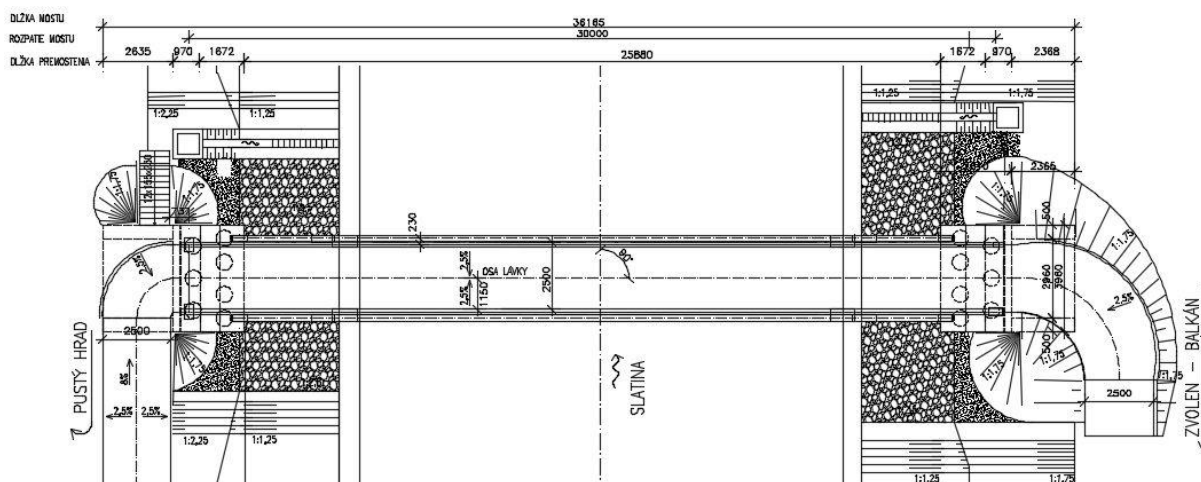
Demoláciou pôvodnej už nevyhovujúcej lávky mesto Zvolen prišlo o jedno z premostení cez rieku Slatina. Síce na pôvodnej lávke nebola nikdy obrovská intenzita chodcov a cyklistov, ale stále to bola jedna z najlepších alternatív trasy z mesta k turisticko-historickej lokalite Pustý hrad. Bez lávky je nutné ísť dlhou obchádzkou až cez centrum mesta. Novostavba lávky opäť prepojí podhradie Pustého hradu zo staronovou cyklotrasou ako aj náučným chodníkom.

Z dôvodov už spomenutej nižšej intenzity chodcov a cyklistov bolo rozhodnuté, že šírka lávky (osová vzdialenosť) bude len 2,5m a takto bude, ako aj s inými obmedzeniami (zvislé značenie, geometria príjazdových rámp), zabránený prejazd všetkých typov automobilov. Neuvažuje sa ani o prejazde sanitky, a to z dôvodu zlej dostupnosti od najbližšej komunikácie k samotnému brehu blízkosti lávky. Dovolený bude len mimoriadny vjazd frézy v zimnom období v prípade nutnosti odpratanie snehu pri veľkých snehových nádielkach.

2.4 Charakter prekážky

Prekážkou pre lávku je vodný tok rieky Slatina. Jej koryto a brehy sú v danom úseku upravené. Šírka profilu medzi brehovými oporami ostáva zachovaná od pôvodnej lávky t.j. 30m. Pôdorysne je pozdĺžna os lávky kolmo (90°) s tokom rieky Slatina, lávka je vedená v priamej s pozdĺžnym sklonom 0,5%, klesá smerom od mestskej časti Balkán do miestnej komunikácie „Na Pustý hrad“. Šírka koryta v mieste lávky je 19,5m. Výška brehov je však vyššia ako maximálny 100-ročný prietok Slatiny zadáný SVP - Správa povodia stredného Hrona, ktorý ma hodnotu $H_{Q100}=284,5\text{m}$. Výška navrhnutých opier musí byť preto väčšia ako spomínaný 100-ročný prietok a zároveň musí byť zachovaná rezerva minimálne 0,5m pod lávkou[29].

Keďže tieto opery budú značne nad terénom, je nutné k lávke navrhnuť príjazdové a výjazdové rampy (pozdĺžny sklon menší ako 8%). Detailný návrh týchto rámp, resp. napojenie lávky k ďalším komunikáciám nie je predmetom tejto práce.



Obrázok 5 Situácia

2.5 Územné podmienky

Územie lávky sa nachádza priamo pod svahom vrchu, na ktorom stojí Pustý hrad, ale priame miesto staveniska lávky (pri vodnom toku Slatina) je prevažne rovinaté. Na mieste budúceho staveniska sa nenachádzajú žiadne dreviny a kroviny nutné na výrub. Stavenisko je tvorené samotným korytom vodného toku Slatina. Povrch dotknutého územia je tvorený prevažne hrubozrnnými sedimentami štrkovitej frakcie, vyplnený ílovitými naplaveninami a navážkami. Dotknuté územie sa nachádza v miernej teplotnej oblasti. Priemerné teploty sa tu pohybujú od minima (-7°C január) po maximum ($+26^{\circ}\text{C}$ august). Priemerná ročná teplota je $8,5^{\circ}\text{C}$ [30]. Na mieste premostenia je možné, že sa nachádzajú lokálne inžinierske siete[29].

Tabuľka 1 Priemerné mesačné teploty

	teplota priemer	teplota min.	teplota max.	zrážky
január	$-2,9^{\circ}\text{C}$	$-6,7^{\circ}\text{C}$	$1,0^{\circ}\text{C}$	7
február	$-0,8^{\circ}\text{C}$	$-5,2^{\circ}\text{C}$	$4,4^{\circ}\text{C}$	6
marec	$3,5^{\circ}\text{C}$	$-1,5^{\circ}\text{C}$	$9,5^{\circ}\text{C}$	7
apríl	$8,7^{\circ}\text{C}$	$2,4^{\circ}\text{C}$	$15,2^{\circ}\text{C}$	8
máj	$14,0^{\circ}\text{C}$	$7,2^{\circ}\text{C}$	$20,9^{\circ}\text{C}$	10
jún	$16,9^{\circ}\text{C}$	$10,1^{\circ}\text{C}$	$23,6^{\circ}\text{C}$	10
júl	$18,5^{\circ}\text{C}$	$11,5^{\circ}\text{C}$	$25,5^{\circ}\text{C}$	8
august	$18,0^{\circ}\text{C}$	$11,1^{\circ}\text{C}$	$25,8^{\circ}\text{C}$	7
september	$13,5^{\circ}\text{C}$	$7,8^{\circ}\text{C}$	$20,6^{\circ}\text{C}$	6
október	$8,2^{\circ}\text{C}$	$3,4^{\circ}\text{C}$	$14,6^{\circ}\text{C}$	6
november	$2,7^{\circ}\text{C}$	$-0,8^{\circ}\text{C}$	$6,5^{\circ}\text{C}$	8
december	$-1,4^{\circ}\text{C}$	$-4,6^{\circ}\text{C}$	$1,9^{\circ}\text{C}$	8

2.6 Geologické podmienky

V tomto projekte sa spodná stavba lávky detailne nerozoberá. Spodná stavba, na ktorej bude samotná konštrukcia lávky uložená, sa odporúča vytvoriť ako systém železobetónových opier, ktoré budú napr. na stredne veľkopriemerových armorovaných pilótach. Pilóty by mali byť uložené do dostatočnej hĺbky, aby v prípade veľkých prívalových vôd nedošlo k podmytiu základov a následnému pohybu týchto opier. Breh, resp. koryto pri základoch bude upravené na základe požiadaviek správcu toku.

3 Predpoklady posúdenia a návrhu nosnej konštrukcie

Na posúdenie konštrukcie používam prúťový model. Statické posúdenie nosnej konštrukcie tohto krídla je posudzované na:

- Medzný stav únosnosti s uvažovaním vplyvu straty stability prvkov na najnepriaznivejšiu z kombinácií návrhových hodnôt zaťaženia. Medzné hodnoty boli pre nosné drevené prvky prevzaté z noriem pre navrhovanie drevených konštrukcií z lepeného lamelového dreva triedy pevnosti GL32c, GL20h a rasteného dreva C24.
- Medzný stav použiteľnosti na najnepriaznivejšiu z kombinácií charakteristických hodnôt zaťaženia. Medzné hodnoty pretvorení boli pre nosné drevené prvky brané z noriem pre navrhovanie drevených konštrukcií z lepeného lamelového dreva triedy pevnosti GL32c, GL20h a rasteného dreva C24.
- Prevedené posudky všetkých spojov.
- Dynamická analýza konštrukcie - rozsah vlastných frekvencií

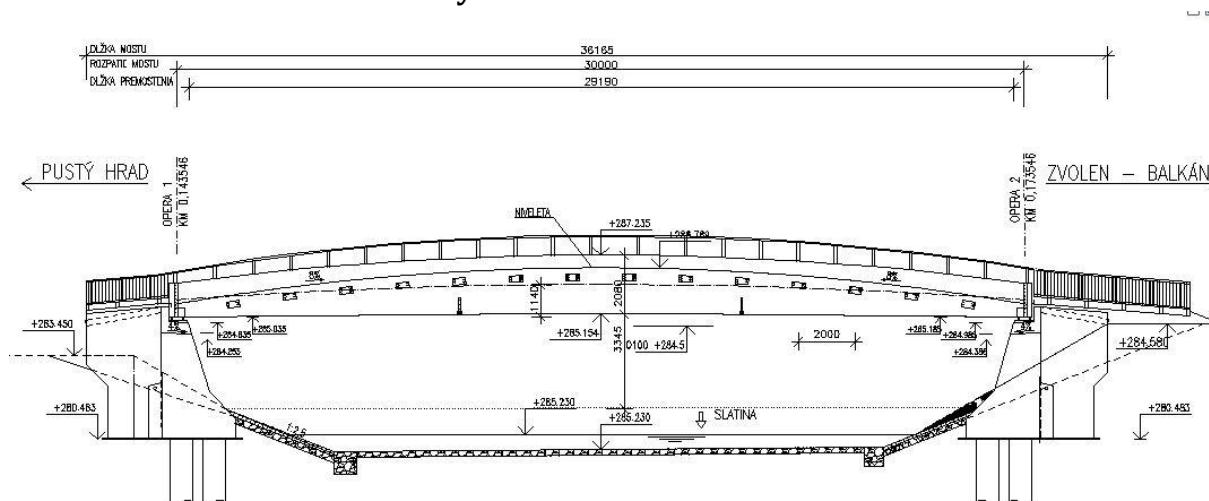
Nosné drevené prvky lávky pre peších a cyklistov v meste Zvolen boli dimenzované na nasledujúce premenné zaťaženia:

- Úžitkové zaťaženie: chodci a cyklisti s charakteristickou hodnotou $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$.
- Klimatické zaťaženie konštrukcie lávky vetrom s vychádzajúcou základnou rýchlosťou vetra $v_{b,0} = 24 \text{ m/s}$, odpovedajúca I. veternej oblasti a kategórií terénu III. [6].
- Klimatické zaťaženie konštrukcie lávky snehom s charakteristickou hodnotou zaťaženia snehom na zemi $s_{k,0} = 1,5 \text{ kN/m}^2$, odpovedajúca III. snehovej oblasti a kategórií terénu III. [5].
- Mimoriadne zaťaženie: obslužné vozidlo – odhrňanie snehu. Hmotnosť vozidla (traktor typu Starjet s frézou) sa uvažuje 500kg. Silu na jednu nápravu beriem ako silu v hodnote 2,5 kN.
- Materiálové charakteristiky lepeného a rasteného dreva boli uvažované pre 3. triedu použitia podľa ČSN EN 1995-1-1.

4 Popis konštrukčného riešenia

4.1 Prvý variant lávky

4.1.1 Geometriavariantu lávky



Obrázok 6 Pozdĺžny rez prvého variantu

4.1.2 Popis prvého variantu lávky

Pri tomto variante sú hlavnými nosnými prvkami dva oblúkové pozdĺžne nosníky z lepeného lamelového dreva triedy GL32c[25] o rozmeroch: dĺžka 31,12 m, šírka 0,24 m

avýška je premenná od 1,2 m u podpory po 2,08 m vo vrcholu paraboly. Oblúková konštrukcia hlavných nosníkov je navrhnutá medzi dvomi parabolami. Spodná parabola má vzopätie 0,1 m, horná parabola 2,1 m. Osová vzdialenosť medzi nosníkmi je 2,5 m a šírkapriečhodnéhopriestoru je 2,26 m. Priečniky (drevo C24) sú na hlavné nosníky pripojené za pomoci navrhnutých styčnickových plechov. Na zaistenie dostatočnej tuhosti v priečnom smere sú tieto plechy (uholníky) upravené tak, aby na nich bolo možné pripevniť aj oceľové stužidlá.

Tento variant zasluhuje veľkú pozornosť, hlavne čo sa týka celkovej tuhosti celého systému. Vzhľadom na značnú výšku nosníkov je nutné ich zabezpečenie voči možnému klopeniu. Suvážením tohoto faktu sú na zaistenie týchto nosníkov navrhnuté oceľové polorámy. Dva vonkajšie polorámy sú navrhnuté ako kombinácia dvoch U profilov (UPE240, resp. UPE220), zatiaľ čo dva vnútorné polorámy ako kombinácia U(UPN50) a I profilu(IPE100). Pripojenie týchto polorámov k hlavným nosníkom je za pomoci svorníkov priemeru $\varnothing 30$, resp. $\varnothing 12$ mm.

Priestorová tuhosť je ešte zaistená aj šraubovým prípojom (šraubami M12 6.8) medzi priečnikom a hlavným nosníkom. Zavetrovanie je prevedené v úrovni priečnikov oceľovými stužidlami z ocele S 355.

Stužidlá sú navrhnuté ako dvojica do kríža skrížených trubiek ($\varnothing 60 \times 12,5$) dĺžky 3,2 m. Pripojenie stužidiel na priečniky, resp. hlavné nosníky je prevedený dvoma šraubami M20 8.8.

Mostovka je prevedená zo smrekovcových dosiek tl. 24 mm. Pozdĺžniky sú navrhnuté z dreva triedy C24[25], pozdĺžniky sú uložené na drevených priečnikoch po 2 m ako prosté nosníky. Na šírku mosta pripadá 5 pozdĺžnikov s roztečou 0,4 m. Pripojenie pozdĺžnikov na priečniky ja za pomoci dvojzávitových skrutiek SFS Intec WT-T-8,2 x 275mm.

4.1.3 Prierezové rozmery a materiál

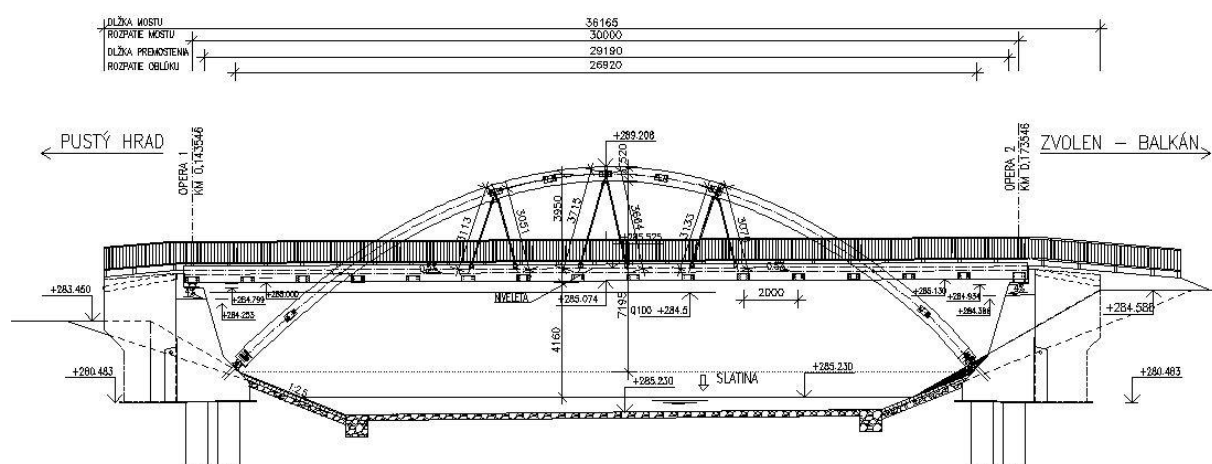
Tabuľka 2 Prierezy a rozmery prvého variantu

Prvok	výška h [mm]	šírka b [mm]	Trieda
Dosky	24	200	C20
Pozdĺžnik	120	100	C24
Priečnik	220	180	C24
Hlavný nosník	1200-2080	240	GL32c

4.2 Druhý variantlávky

4.2.1 Geometriavariantu lávky

Obrázok 7 Pozdĺžny rez druhého variantu



4.2.2 Popis druhého variantu lávky

V tomto variante sú hlavnými nosnými prvkami dva oblúkové dvojklbové nosníky z lepeného lamelového dreva triedy GL32c [25] o rozmeroch: dĺžka 31,12 m, šírka 0,24 m a výška 0,52 m. Oblúková konštrukcia je navrhnutá ako parabola. Jej vzopätie je cca 7 m. Na týchto oblúkoch sú pripojené hlavné nosníky (trámy) mostovky z lepeného lamelového dreva triedy GL20h. Ich rozmery sú: dĺžka 30 m, šírka 0,2 m a výška 0,6 m. Osová vzdialenosť medzi nosníkmi je 2,5 m a šírka priechodného priestoru je 2,3 m.

Priamy prípoj (styk) trámu na oblúk je navrhnutý ako dvojstrižný spoj so špeciálne tvarovaným vnútorným plechom, svorníkmi a oceľovými záchytkami (typ Bulldog). Ďalšie prepojenie medzi oblúkmi a trámami je zabezpečené oceľovými tiahkami (závesmi), presnejšie ide o trúbky (s48,3x4). Ich pripojenie na hlavné trámy, resp. na oblúk je prevedený šraubami M20 8.8.

Priečniky (drevo C24) sú na hlavné nosníky pripojené za pomoci navrhnutých styčnickových plechov. Na zaistenie dostatočnej tuhosti v priečnom smere sú na tieto plechy (uholníky) upravené tak, aby na nich bolo možné pripevniť aj oceľové stužidlá. Priestorová tuhosť je zaistená šraubovým prípojom (šraubami M12 6.8) medzi priečnikom a hlavným nosníkom. Zavetrovanie je prevedené v úrovni priečnikov oceľovými stužidlami z ocele S 355.

Stužidlá sú navrhnuté ako dvojica do kríža skrížených trúbiek (s60x12,5) dĺžky 3,2 m. Pripojenie stužidiel na priečniky, resp. hlavné nosníky je prevedený dvomi šraubami M20 8.8.

Mostovka je prevedená zo smrekovcových dosiek tl. 24 mm. Pozdĺžniky sú navrhnuté z dreva triedy C24 [6], pozdĺžniky sú uložené na drevených priečnikoch po 2 m ako prosté nosníky. Na šírku mosta pripadá 5 pozdĺžnikov s roztečou 0,4 m. Pripojenie pozdĺžnikov na priečniky je za pomoci dvojzávitových skrutiek SFS Intec WT-T-8,2 x 275 mm.

4.2.3 Prierezové rozmery a materiál

Tabuľka 3 Prierezy a rozmery druhého variantu

Prvok	výška h [mm]	šírka b [mm]	Trieda
Dosky	24	200	C20
Pozdĺžnik	120	100	C24
Priečnik	220	180	C24
Hlavný trám	600	200	GL20h
Oblúk	520	240	GL32c

5 Popis statického riešenia nosnej konštrukcie

Statická a dynamická analýza nosných prvkov konštrukcie lávky bola prevedená pomocou programového systému Scia Engineer 2016.0. Výpočtom boli analyzované priestorové prútové modely jednotlivých alternatív, a to na účinky stálych a premenných zaťažení.

Prúty v konštrukcii majú rôzne druhy okrajových podmienok. Pri ich voľbe sa u každého typu prútabralo na vedomie druh a chovanie príslušného spoja.

U drevených konštrukcií s väčšinou používajú klbové prípoje s rôznymi obmedzeniami voľnosti. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené jednotlivé stupne voľnosti použitých prútov.

Tabuľka 4 Stupne voľnosti prútov modelu

Prvok	u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
Pozdĺžnik	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý	voľný	voľný
Priečnik	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý	voľný	voľný
Stužidlo	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý	voľný
Záves	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý	voľný	tuhý

Posúdenie medzného stavu únosnosti a použiteľnosti nosnej konštrukcie ako celku i jej jednotlivých súčastí bolo prevedené v súlade s platným normovým dokumentom ČSN EN 1995-1-1: Navrhovaní dřevěných konstrukcí.

6 POROVNANIE VARIANT RIEŠENÍ

6.1 Kritéria posudzovania jednotlivých variant

Kapitola obsahuje podrobnejší popis kritérií pre výber najvhodnejšej varianty riešenia lávky pre peších a cyklistov vo Zvolene na základe počiatočných predpokladov.

Kritéria výberu:

Bezpečnosť

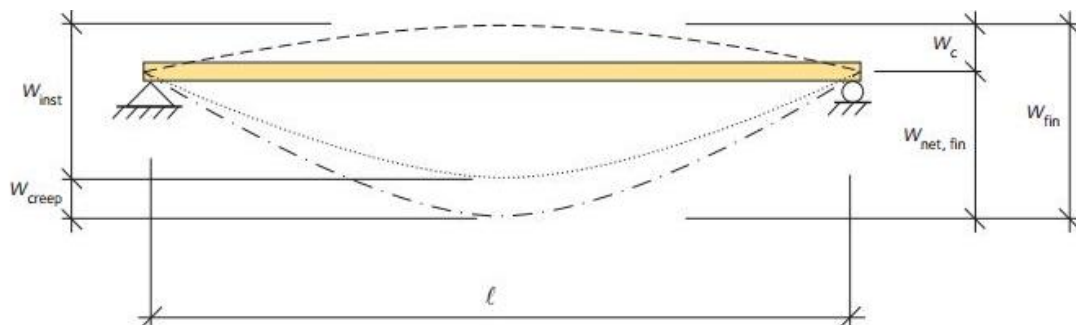
Pri návrhu konštrukcie je väčšinou snaha vytvoriť čo najlacnejší variant s najviac optimalizovanými prierezmi. Táto optimalizácia by ale nikdy nemala ísť na úkor bezpečnosti. Bezpečnosť je vždy hlavným kritériom. Preto bol pre návrh najvhodnejšej varianty zvolená kombinácia zaťaženia podľa výrazu 6.10.

Hmotnosť/spotreba materiálu

Vďaka optimalizácii prierezov a materiálu (pevnostných tried dreva) jednotlivých variant ako aj vzájomné usporiadanie nosných prvkov je snaha doceliť čo najnižšiu spotrebu materiálu. Tomuto kritériu je pridelená najväčšia váha 0,4.

Prieťah hlavných nosníkov

Toto kritérium kontroluje splnenie podmienky neprekročenia dovoleného priehybu (w_{fin} , resp. $w_{net,fin}$) konštrukcie $L/250 = 30/250 = 0,12 \text{ m} = 120 \text{ mm}$. Sleduje sa len splnenie podmienky. Kritérium sa zohľadňuje už pri samotnom návrhu. Žiadna váha neprikladá.



Obrázok 8 Zložky priehybu

Estetika

Samotný vzhľad varianty je tiež dôležitý tak ako aj konštrukcia zapadá do okolitej krajiny. Toto hľadisko má váhu 0,3.

Vlastná frekvencia

Odolnosť konštrukcie na dynamické účinky zaťaženia. Váha kritéria 0,1.

Montáž

Toto kritérium zohľadňuje rýchlosť montáže danej konštrukcie ako aj transport jednotlivých nosných prvkov ku lokalite lávky. Kritérium berie do úvahy aj výskyt montážnych spojov v navrhutej konštrukcii. Váha kritéria 0,1.

Výroba

Zohľadnenie samotnej výroby. Či ide o komplikovanú konštrukciu s použitím špeciálne tvarovaných prvkov alebo prvkov, ktoré sú na trhu bežne dostupné. Váha kritéria 0,2

Vyhodnotenie

Bodovanie jednotlivých variantov prebieha formou bodovania. Za každé kritérium možno udeliť 1 – 3 body. Keďže nie všetky kritéria si sú rovnocenné, tak je k nim pridelená určitá (rozdielna) váha, ktorá je potom vynásobená prideleným počtom bodov. Víťazný variant je ten, ktorý dosiahne najvyšší počet bodov a bude týmto vybratý ako hlavné riešenie konštrukcie lávky pre peších a cyklistov vo Zvolene.

Tabuľka 5 Vyhodnotenie variantov

kritérium		Variant 1	Variant 2
Hmotnosť	Tiaž konštrukcie[kg]	12860	9745
	Váha	0,4	0,4
	Hodnotenie	3	1
Priehyb	Hodnotenie	ok	ok
Estetika	Váha	0,3	0,3
	Hodnotenie	1	1
Vlastná frekvencia	1, kmit[Hz]*	2,24(z)	2,43(v)
	Váha	0,1	0,1

	Hodnotenie	2	1
Montáž	Váha	0,1	0,1
	Hodnotenie	1	1
Výroba	Váha	0,2	0,2
	Hodnotenie	2	2
Počet bodov		2,2	1,2
Vyhodnotenie		2	1

*za hodnotou vlastnej frekvencie→ značka(z)=zvislý kmit

značka(v)=vodorovný kmit

6.2 Zhodnotenie variantov

6.2.1 Druhý variant

Z vyhodnotenia vybraných kritérií je badateľné, že pre konštrukciu lávky cez vodný tok Slatina, sa javí druhý variant (oblúková konštrukcia s medzil'ahlým trámom) ako ten lepší. Tento variant v porovnaní s prvým zaznamenal veľmi dobré hodnoty hlavne pri hmotnostnom kritériu, ktoré aj malo pri tomto hodnotení najväčšiu váhu. Estetika samotnej konštrukcie je tiež na dobrej úrovni. Výroba ako aj montáž by nemali spôsobovať veľké ťažkosti. Na premostenie rieky Slatina v zadanej lokalite za daných okolností sa preto odporúča použiť tento variant!

6.2.2 Prvývariant

Ako horší variant vychádza z vyhodnotenia vybraných kritérií prvý variant (oblúkový nosník s medzil'ahlou mostovkou). Tento variant pri hodnotení zaostal hlavne pri hmotnostnom kritériu, ktoré aj malo pri tomto hodnotení najväčšiu váhu. Takisto aj pri dynamickej analýze došlo k zisteniu, že prvá vlastná frekvencia by za istých okolností mohla vyvolať menšiu pohodu chodcov na lávke. I napriek dobrej estetike, i o nič menej komplikovanej výrobe a montáži, je tento variant v porovnaní s druhým označený ako menej priaznivý a vyhovujúci.

7 Zoznam príloh

Obrázky:

1. Obrázok – Poloha lávky
2. Obrázok – Letecký pohľad
3. Obrázok – Pôvodná lávka
4. Obrázok – Detaily pôvodnej lávky-nedostatky
5. Obrázok – Situácia
6. Obrázok – Pozdĺžny rez prvého variantu
7. Obrázok – Pozdĺžny rez druhého variantu
8. Obrázok – Zložky priehybu

Tabuľky:

1. Tabuľka – Priemerné mesačné teploty
2. Tabuľka – Prierezy a rozmery prvého variantu
3. Tabuľka – Prierezy a rozmery druhého variantu
4. Tabuľka – Stupne voľnosti prútov modelu
5. Tabuľka – Vyhodnotenie variantov

8 Zoznam použitých zdrojov:

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód. *Zásady navrhování konstrukcí*, Praha, ČNI, 2011, 100s.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1, *Zatížení konstrukcí : Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Praha, ČNI, 2004, 43s.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1, *Zatížení konstrukcí : Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*, Praha, ČNI, 2005. 51 s.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1, *Zatížení konstrukcí : Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*, Praha, ČNI, 2007. 124 s.
- [5] STN EN 1991-1-3/NA Eurokód 1, *Zaťaženie konštrukcií : Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia- Zaťaženie snehom – Národná príloha*, Bratislava, SUTN, 2004, 14 s.
- [6] STN EN 1991-1-4 Eurokód 1, *Zaťaženie konštrukcií : Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia- Zaťaženie vetrom*, Bratislava, SUTN, 2007, 118 s.
- [7] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1, *Zatížení konstrukcí : Část 2 Zatížení mostů dopravou*, Praha, ČNI, 2005. 152 s.
- [8] ČSN EN 1993-1-1 ed.2 Eurokód 3, *Navrhování ocelových konstrukcí : Část 1-1: Obecná pravidla- Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha, ČNI, 2011, 94 s.
- [9] ČSN EN 1993-1-8 ed.2 Eurokód 3, *Navrhování ocelových konstrukcí : Část 1-8: Navrhování styčníků*, Praha, ČNI, 2011, 120 s.
- [10] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5, *Navrhování dřevěných konstrukcí : Část 1-1: Obecná pravidla- Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha, ČNI, 2006, 114 s.
- [11] ČSN EN 1995-2 Eurokód 5, *Navrhování dřevěných konstrukcí : Část 2: Mosty*, Praha, ČNI, 2006, 32 s.
- [12] ČSN EN 338, *Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti*, Praha, ČNI, 2003, 12 s.
- [13] ČSN 73 2810, *Dřevěné stavební konstrukce : Provádění*, Praha, ČNI, 1993, 12 s.
- [14] ČSN 736058, *Jednotlivé, řadové a hromadné garáže*, Praha, ČNI, 2011, 48 s.
- [15] ČSN EN ISO 2553, *Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování na výkresech – Svarové spoje*, Praha, ČNI, 2014, 88 s.
- [16] Design of timber structures: *Structural aspects of timber construction* Volume 1, Stockholm, Swedish wood, 2015, 314 s, ISBN: 978-91-980304-8-8
- [17] Design of timber structures: *Rules and formulas according to Eurocode 5*, Volume 2, Stockholm, Swedish wood, 2015, 62 s, ISBN: 978-91-980304-3-3
- [18] PECHAL, A., MÜLLER, Z. (2009), *Mosty*, Vyd. 1, Brno: Antonín Pechal, 274 s, ISBN: 978-80-254-5279-0
- [19] STUDNÍČKOVÁ, M., KRÁL, J., MAKOVÍČKA, D., MAKOVÍČKA, D., jr. (2011), *Ověření lávek od dynamického zatížení chodce. Stavební obzor* [online], č. 5, s. 135-141, dostupné z: <http://www.profesis.cz/files//dokumpdf/sobzor/so052011.pdf>
- [20] SÉTRA/AFCC (2006), *Footbridges – Assessment of Vibrational Behaviour of Footbridges under Pedestrian Load. Technical Guide*, Sétra, dostupné z: http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/US_0644A_Footbridges.pdf
- [21] OIB (2012). *SFS self-taping screws WT*. ETA-12/0063, Vienna, 18 s. dostupné z: https://www.sfsintec.biz/sfs_download/media/sv/general_media/downloadcenter/sfs_intec_mo_sv/traeberaekningsprogrammet/certifikat_2/european_technical_approval_eta_12_0063.pdf

- [22] DIBt (2016). *HECO-FIX-plus and HECO-TOPIX self-taping screws WT*. ETA-11/0284, chromberg, Germany, 65 s. dostupné z: <http://www.heco-schrauben.de/en/Service/Approvals>
- [23] POUSETTE, A., FJELLSTROM, P.-A.(2006):.Inspection of timber bridges, Proceedings of 7th International conference on short and medium span bridges, Montreal, Canada
- [24] ČSN EN 335, *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva*, Praha, ČNI, 2013, 20s.
- [25] ČSN EN 338, *Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti*, Praha, ČNI, 2016, 16s.
- [26] ČSN EN 1993-2, Eurokód 3, *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty*, Praha, ČNI, 2008, 102 s.
- [27] VN73265, Podniková norma, *Směrnice pro kotvení ocelových konstrukcí*, Vítkovice, a.s. , Ostrava, 1994, 35 s, MDT 624.014.2
- [28] PECHAR, J., BUREŠ, J., SCHINDLER, A.(1990), *Kovové mosty. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, ISBN 80-03-00523-X*.
- [29] MARKOVSKÝ, I. (2008), *Lávka pro peších Slatina km 0,415: Štúdia stavby*, Zvolen: SD projekt, 6 s.

Internetové odkazy:

www.helmos.cz

www.strongtie.cz

www.koster.cz

<http://www.heco-schrauben.de>

<https://wbacorp.com>

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ A CYKLISTI VE MĚSTE ZVOLEN

A. TECHNICKÁ SPRÁVA
PRVÉHO VARIANTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. FEDOR HRIC

BRNO 2017

Obsah

1	Technické riešenie lávky	3
1.1	Charakteristika lávky	3
1.2	Riešenie komunikácie na lávke	3
1.3	Spodná stavba	4
1.4	Nosná konštrukcia	4
1.4.1	Materiály	4
1.5	Medzný stav únosnosti	6
1.6	Medzný stav použiteľnosti	6
1.7	Dynamická analýza konštrukcie	6
1.8	Vybavenie lávky	7
1.8.1	Konštrukcia povrchu lávky	7
1.8.2	Ložiská	7
1.8.3	Dilatačné zariadenia	8
1.8.4	Bezpečnostné vybavenie lávky	8
1.8.5	Odvedenie lávky	8
2	Montáž	9
2.1.1	Cez rýchlostnú cestu	9
2.1.2	Cez železničnú sieť	9
3	Ochrana dreva	9
4	Údržba a revízne prehliadky	10
5	Dôležité upozornenie	11
6	Zoznam príloh	12

1 Technické riešenie lávky

1.1 Charakteristika lávky

U tejto varianty sú hlavnými nosnými prvkami dva oblúkové pozdĺžne nosníky z lepeného lamelového dreva triedy GL32c[25] o rozmeroch: dĺžka 31,12 m, šírka 0,24 m a výška je premenná od 1,2 m u podpory po 2,08 m vo vrcholu paraboly. Oblúková konštrukcia hlavných nosníkov je navrhnutá medzi dvoma parabolami. Spodná parabola má vzopätie 0,1 m, horná parabola 2,1 m. Osová vzdialenosť medzi nosníkmi je 2,5 m a šírka priechodného priestoru je 2,26 m. Pričniky(drevo C24) sú na hlavné nosníky pripojené za pomoci navrhnutých styčnickových plechov. Na zaistenie dostatočnej tuhosti v priečnom smere sú na tieto plechy(uholníky) upravené tak, aby na nich bolo možné pripevniť aj oceľové stužidlá.

Tento variant zasluhuje veľkú pozornosť, hlavne čo sa týka celkovej tuhosti celého systému. Vzhľadom na značnú výšku nosníkov je nutné ich zabezpečenie voči možnému klopeniu. S uvažovaním tohoto faktu sú na zaistenie týchto nosníkov navrhnuté oceľové polorámy. Dva vonkajšie polorámy sú navrhnuté ako kombinácia dvoch U profilov(UPE240, resp. UPE220), zatiaľ čo dva vnútorné polorámy ako kombinácia U(UPN50) a I profilu(IPE100). Pripojenie týchto polorámov k hlavným nosníkom je za pomoci svorníkov priemeru $\varnothing 30$, resp. $\varnothing 12$ mm.

Priestorová tuhosť je ešte zaistená aj šraubovým prípojom(šraubami M12 6.8) medzi priečnikom a hlavným nosníkom. Zavetrovanie je prevedené v úrovni priečnikov oceľovými stužidlami z ocele S 355.

Stužidlá sú navrhnuté ako dvojica do kríža skrížených trubiek($\varnothing 60 \times 12,5$) dĺžky 3,2 m. Pripojenie stužidiel na priečniky, resp. hlavné nosníky je prevedený dvoma šraubami M20 8.8. Prípoj k hlavnému nosníku, resp. k priečniku musí byť prevedený tak, aby ku kríženiu dvojice stužidiel bolo umožnené.

Mostovka je prevedená zo smrekovcových dosiek tl. 24 mm. Pozdĺžniky sú navrhnuté z dreva triedy C24[25], pozdĺžniky sú uložené na drevených priečnikoch po 2 m ako prosté nosníky. Na šírku mostu pripadá 5 pozdĺžnikov s roztečou 0,4 m. Pripojenie pozdĺžnikov na priečniky je za pomoci dvojzávitových skrutiek SFS Intec WT-T-8,2 x 275mm.

Dôležité je aj samotné uloženie drevenej konštrukcie. Vzhľadom na to, že hlavné nosníky sú pomerne úzke, bude nutné k nim neskôr pripojiť drevené príložky resp. plechy, aby trám dobre sadol na mostné ložisko.

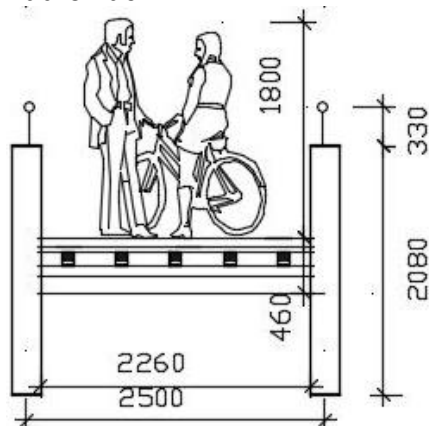
1.2 Riešenie komunikácie na lávke

Smerové riešenie lávky leží v priamej. Pozdĺžny sklon lávky je 0,5%(klesá smerom od mestskej časti Balkán do miestnej komunikácie Na Pustý hrad). Priečny sklon na lávke je strehovitý 2,5% (doprostred).

Šírkové usporiadanie

Z dôvodov malej intenzity chodcov a cyklistov bolo rozhodnuté, že šírka mostu bude len 2,5m (t.j. voľná šírka medzi zábradlím: 2,3m) a bude ňou ako aj inými obmedzeniami(zvislé značenie, geometria prízjazdových rámp) zabránené

prejazdovšetkých typov automobilov. Dovoľený bude len mimoriadny vjazd frézy v zimnom období v prípade nutnosti odpratania snehu pri veľkých snehových nádielkach.



Obrázok 1 Pričný rez lávky

1.3 Spodná stavba

V tomto projekte sa detailne spodná stavba lávky nerozoberá. Odporúča sa však ju vytvoriť ako železobetónové opery, ktoré budú napr. na stredne veľkopriemerových armorovaných pilótach. Pilóty by mali byť uložené do dostatočnej hĺbky, aby v prípade veľkých prívalových vôd nedošlo k podmytiu základov.

1.4 Nosná konštrukcia

Tabuľka 1 Prierezy a rozmery prvého variantu

Prvok	výška h [mm]	šírka b [mm]	Trieda
Dosky	24	200	C20
Pozdĺžnik	120	100	C24
Priečnik	220	180	C24
Hlavný nosník	1200-2080	240	GL32c

1.4.1 Materiály

1.4.1.1 Hlavná nosná konštrukcia lávky

Hlavným materiálom nosnej drevenej konštrukcia lávky:

lepené lamelové drevo GL32c[25]

Youngov modul $E_{0,mean} = 13500$ MPa;

Modul pružnosti v šmyku:

Pevnosť:

$E_{90,mean} = 300$ MPa;

$G_{mean} = 650$ MPa

$E_{0,05} = 11200$ MPa

$G_{0,05} = 540$ MPa

v ohybe	$f_{m,k} = 32$ MPa;	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_M}$;	$f_{m,d} = 17,92$ MPa
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 19,5$ MPa;	$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,0,d} = 10,92$ MPa
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,5$ MPa;	$f_{t,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,90,d} = 0,28$ MPa
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 24,5$ MPa;	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,0,d} = 13,72$ MPa
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,5$ MPa;	$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,90,d} = 1,4$ MPa

v šmyku	$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa};$	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{v,d} = 1,96 \text{ MPa}$
v valivom šmyku	$f_{r,k} = 1,2 \text{ MPa};$	$f_{r,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{r,k}}{\gamma_M};$	$f_{r,d} = 0,67 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 400 \text{ kg.m}^3;$	$\rho_{k,mean} = 440 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,25$	$k_{mod} = 0,7$

1.4.1.2 Mostovka

Hlavným materiálom drevenej mostovky lávky:

Rastené drevo C24[25]

Youngov modul $E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa};$

$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa};$

$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$

Modul pružnosti v šmyku:

$G_{mean} = 650 \text{ MPa}$

Pevnosť:

v ohybe	$f_{m,k} = 24 \text{ MPa};$	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_M};$	$f_{m,d} = 12,9 \text{ MPa}$
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa};$	$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,0,d} = 7,54 \text{ MPa}$
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa};$	$f_{t,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,90,d} = 0,32 \text{ MPa}$
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa};$	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,0,d} = 11,3 \text{ MPa}$
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa};$	$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa}$
v šmyku	$f_{v,k} = 4 \text{ MPa};$	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{v,d} = 2,15 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 350 \text{ kg.m}^3;$	$\rho_{k,mean} = 420 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,3$	$k_{mod} = 0,7$

Rastené drevo C20[25]

Youngov modul $E_{0,mean} = 9500 \text{ MPa}$

$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa};$

$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$

Modul pružnosti v šmyku:

$G_{mean} = 590 \text{ MPa}$

Pevnosť:

v ohybe	$f_{m,k} = 20 \text{ MPa};$	$f_{m,d} = k_h \cdot \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_M};$	$f_{m,d} = 14 \text{ MPa}$
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa};$	$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,0,d} = 7,54 \text{ MPa}$
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa};$	$f_{t,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,90,d} = 0,21 \text{ MPa}$
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa};$	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,0,d} = 10,2 \text{ MPa}$
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,2 \text{ MPa};$	$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,90,d} = 1,18 \text{ MPa}$
v šmyku	$f_{v,k} = 3,6 \text{ MPa};$	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{v,d} = 1,94 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 330 \text{ kg.m}^3;$	$\rho_{k,mean} = 390 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,3$	$k_{mod} = 0,7$

1.4.1.3 Spojovacie prostriedky

Šrauby

M20 a M16, materiál 6.8:

M20 a M12, materiál 8.8:

Medza pevnosti $f_{ub} = 600 \text{ MPa}$

Medza pevnosti $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Medza klzu $f_{yb} = 480 \text{ MPa}$

Medza klzu $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$

Svorníky

⌀ 30, ⌀ 20, ⌀ 16, ⌀ 12
materiál ocel' S355

Medza pevnosti $f_{ud} = 510$ MPa
Medza klzu $f_{yd} = 355$ MPa

Skrutky

SFS Intec WT-T-8,2 x 275

$f_{ax,90,k} = 13,35$ MPa pre $5\text{ mm} \leq d \leq 10\text{ mm}$

$f_{head,k} = 10$ MPa pre $20\text{ mm} \leq t_1$ $\rho_a = 350$ kg/m³

$f_{tens,k} = 28,6$ kN

HECO ⌀ 8/dl. 80 mm

$f_{ax,k} = 11,8$ MPa pre $5\text{ mm} \leq d \leq 10\text{ mm}$

$f_{head,k} = 9,4$ MPa pre $20\text{ mm} \leq t_1$ $\rho_a = 350$ kg/m³

$f_{tens,k} = 15$ kN

1.4.1.4 Ostatné materiályBetón:

Opera C30/37 XF2;

Krídlo C16/20;

Betonárska výstuž B500B

1.5 Medzný stav únosnosti

Jednotlivé prvky boli na medzný stav únosnosti posudzované na maximálne vnútorné sily vypočítané z príslušných kombinácií. Pre mostovku(dosky) bola ako rozhodujúca kombinácia sneh + mimoriadne zaťaženie(fréza). Medzný stav únosnosti však nebol pre posúdenie tohoto prvku rozhodujúci.

Pozdĺžniky a priečniky sú posudzované hlavne na kombináciu tlak + ohyb(6.20) [10].

Pri pozdĺžniku však tiež bol rozhodujúci skôr posudok priehybu.

Hlavné nosné časti lávky(oblúkové prosté nosníky) boli podobne ako mostovka posudzované hlavne na kombináciu tlak + ohyb(6.35), u týchto prvkov bolo toto posúdenie rozhodujúce. Kvôli riziku,možnej strate priečnej a torznej stability , boli tieto nosníky vystužené navrhnutými polorámami, u ktorých sa neskôr dokazovala minimálna tuhosť.

Oceľové prvky konštrukcie(stužidlá a závesy) boli posúdené hlavne na tlak(ak bol prítomný), inak rozhodoval ťah.

1.6 Medzný stav použiteľnosti

Jednotlivé prvky boli na medzný stav použiteľnosti posudzované na kvazistálu kombináciu, vid' 6.5.3c (6.16b)[1]. Limitná hodnota pre priehyb bola uvažovaná $L/250$.

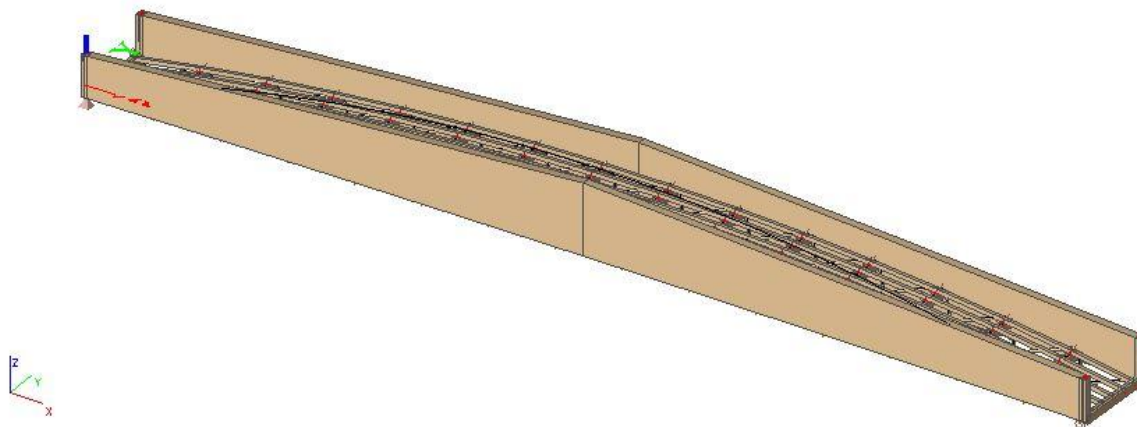
Ako už bolo spomínané, táto kombinácia bola rozhodujúca pre mostovku(dosky) ako aj pre pozdĺžnik.Výška hlavných nosníkov vyšla pomerne značná, čo vyvolalo neskôr vysoké hodnoty dotvarovania. Keďže táto konštrukcia je už pri návrhu nadvýšená vďaka zaobleniu, je tento efekt dotvarovania znegovaný.

1.7 Dynamická analýza konštrukcie

Pre lávku bola vypracovaná aj dynamická analýza v programe Scia Engineer 2016.0.

Pozostáva zo zistenia počtu a jednotlivých hodnôt vlastných frekvencií konštrukcie lávky. Následne boli porovnané s požadovanými hodnotami pre lávku(A2.4.3.2)[1].

V prípade ak hodnoty vlastných frekvencií nespĺňali minimálne požiadavky, bol prevedený podrobnejší dynamický posudok podľa [19] [20].



Obrázok 2 Statický model lávky

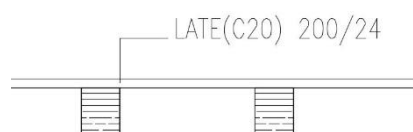
1.8 Vybavenie lávky

1.8.1 Konštrukcia povrchu lávky

Na konštrukciu povrchu lávky sa núkajú dve varianty.

1.8.1.1 1. varianta– dosky

Povrch bude tvorený len navrhnutými doskami, čo prenesú všetko prítomné zaťaženie do pozdĺžnikov.



Obrázok 3 Detail povrchu mostovky, prvá varianta

1.8.1.2 2. varianta– dosky + ďalšie vrstvy

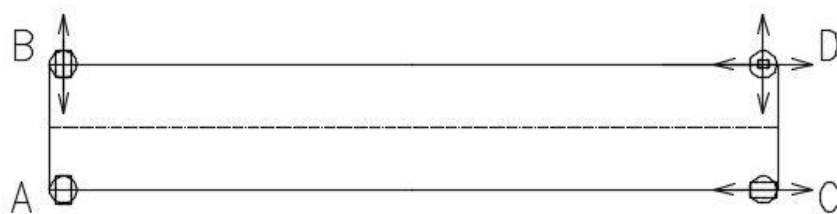
Povrch nebude tvorený len navrhnutými doskami, ale aj pridané vrstvy mostovky(R-materiál, asfaltový betón),čo prenesú všetko prítomné zaťaženie najprv do spomínaných dosiek a až potom dosky do pozdĺžnikov.



Obrázok 4Detail povrchu mostovky, druhá varianta

1.8.2 Ložiská

Pre tieto konštrukcie budú použité hrncové a elastomerové ložiská, ktoré budú navrhnuté podľa katalógov dostupných na www.freyssinet.cz a www.helmos.cz. Bližšie detaily ohľadom ložísk budú popísané v prílohe Statický výpočet prvého variantu v kapitole 7. Návrh a posúdenie ložísk.

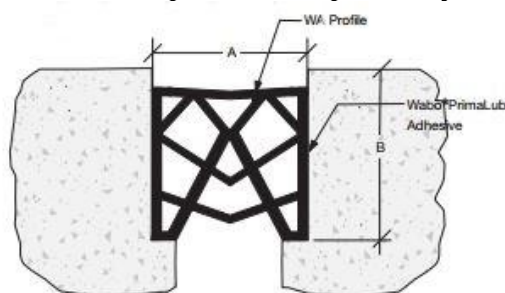


Obrázok 5 Rozmiestnenie ložísk

1.8.3 Dilatačné zariadenia

Na umožnenie dilatácie konštrukcie lávky budú použité mostné závery. Tieto mostné závery sú navrhnuté na oboch koncoch lávky ako pretvarované neoprénové tlakové tesnenie (viď Watson Bowman Acme products).

K tomuto účelu je možné použiť napríklad mostné závery firmy Watson Bowman WA-225 s umožnenými posunmi ± 24 mm. Detaily samotného napojenia a postup montáže budú neskôr predložené príslušným dodávateľom mostných záverov.



Obrázok 6 Mostný záver

1.8.4 Bezpečnostné vybavenie lávky

Na oboch stranách je osadené na hlavné nosníky priedušné zábradlie do výšky 1100 mm od pochôdznej vrstvy mostovky. Čistá vzdialenosť medzi madlami je pre túto variantu na hodnote (2,26 m). Maximálna osová vzdialenosť medzi jednotlivými výplňovými prvkami zábradlia je max. 120 mm.

1.8.5 Odvodenie lávky

1.8.5.1 1. varianta mostovky – dosky

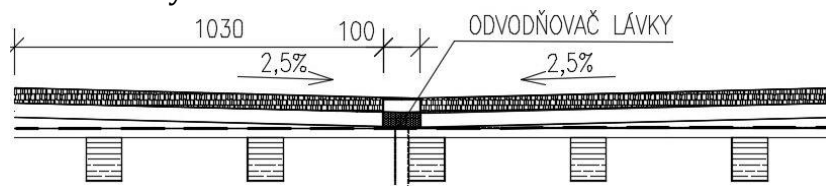
Pri tejto variante je odvodnenie zabezpečené pozdĺžnym sklonom 0,5%. Ďalej je dôležité aby pre povrch boli použité dosky zo smrekovcového dreva. Toto drevo sa vyznačuje ľahkosťou, pružnosťou, ale hlavne s dobrou trvanlivosťou vo vzduchu i vo vode. Je však nutné dbať na dostatočné medzery medzi samotnými doskami, tak že i v prípade napučania týchto dosiek bude medzi nimi stáť dostatočná medzera, cez ktorú bude voda môcť odtiecť.

Ak uvážime, že drevo môže pri náraste vlhkosti o 1% môže napučať o 0,3% v tangenciálnom rozmere [16], je zrejmé, že na návrhu medzery treba dbať zvýšenú pozornosť. Predbežný návrh je dodržať medzeru medzi doskami aspoň 50 mm od okrajov.

1.8.5.2 2. varianta mostovky – dosky + ďalšie vrstvy

Pri tejto variante je odvodnenie zabezpečené nielen pozdĺžnym sklonom 0,5% ale aj priečnym strechovitým sklonom 2,5%, ktorý je zabezpečený vrchnými vrstvami mostovky (R-materiál, asfaltový betón). Samotný prenos vody mimo konštrukciu je zabezpečený povrchovými žliabkom a drenážnou celoperforovanou trúbkou DN50 umiestnenou v druhej vrstve (R-materiál) uprostred mostovky. Odvod vody

z trubky bude zabezpečený vhodne rozmiestnenými (každých 7,5m) odvodňovačmi ústiacimi pod mostovku. Toto rozmiestnenie sa uvaží aj podľa toho ako budú vyzerat' jednotlivé vlastné tvary konštrukcie, aby pri každom stave konštrukcie bolo zamedzené k státiu vody.



Obrázok 7 Odvodnenie lávky

1.8.5.3 Izolácie lávky

V prípade použitia 2 varianty mostovky (s prídavnými vrstvami), je nutná prítomnosť aj vrstvy hydroizolácie. Napríklad oxidovaného asfaltového pásu.

2 Montáž

Konštrukcie a všetky jej časti budú realizované podľa normy ČSN 73 2810 Dřevěné konstrukce – Provádění [13].

Pri výrobe a montáži je nutné robiť priebežné kontroly a to hlavne geometrie prvkov, predpísaných rozmerov konštrukčných celkov a konštrukčných detailov (hlavne spojov a prípojev). Jedná sa o kontroly vizuálne, resp. kontroly s použitím meracích prístrojov. Keďže variant lávky má rozpätie 30m, jednotlivé drevené prvky konštrukcie môžu byť dopravené na stavenisko v celku. Nie je nutné delenie na prepravné celky a následné riešenie montážnych spojov.

Aj samotná lokalita, kde sa lávka bude nachádzať je dobre dostupná. Doprava jednotlivých prvkoch môže byť realizovaná:

2.1.1 Cez rýchlostnú cestu

Hneď nad ľavým brehom sa nachádza most rýchlostnej cesty E77. Z mostu potom môžu byť jednotlivé nosné prvky priamo zvesené na ložiská. V prípade využitia tejto varianty je nutné informovať NDS a v priebehu zvesenia uzatvoriť daný jazdný pruh.

2.1.2 Cez železničnú sieť

Na pravom brehu je zase len 300-400m vzdialená železničná stanica Zvolen – osobná stanica, je to významný železničný uzol a sú tu prítomné aj manipulačné koľaje aj koľaje pre zvláštne určenie. Jednotlivé nosné prvky môžu byť dopravené do železničnej stanice Zvolen a z nej pomocou vozíkov dopravené na stavenisko. V prípade využitia tejto varianty je nutné informovať ŽSR, resp. železničnú stanicu Zvolen.

3 Ochrana dreva

Životnosť exteriérových drevených konštrukcií je ovplyvnená dažďovými a snehovými zrážkami, vetrom a slnečným žiarením. Drevené konštrukcie v exteriéri by mali byť navrhnuté na optimálnu odolnosť výberom vhodných detailov, dimenzií, spojov a ošetrovaním povrchov (odpovedajúcej triede ohrozenia, definovanej v EN 335-3). Materiály a ošetrenia by mali byť vybrané na základe požiadaviek na životnosť a použiteľnosť, počítajúc s rizikom výskytu drevokazných húb a spôsobilosťou pre inšpekciu, údržbu a opravu.

Najkritickejším vplyvom na drevené materiály je účinok vlhkosti. Tieto účinky môžu byť zminimalizované:

- Zmenšením prenikaniu vlhkosti návrhom efektívneho krytu, vhodným obložením,
- zabránením priamemu vystaveniu konečných spojov,
- použitím spojovacích prostriedkov znižujúcich riziko trhlín,
- zvolením dostatočnej vzdialenosti medzi drevenými prvkami a zemou...
- zaistením rýchleho schnutia (v prípade príjmu nadmernej vlhkosti) – použitie difúzných otvorov, vyvarovať sa úzkych trhlín pri spojoch

Keďže na ochranu proti dažďu by pokrytie celej konštrukcie strechou, prípadne obložením bolo ekonomicky náročnejšie, životnosť konštrukcie môže byť vylepšená nasledujúcimi možnosťami:

- obmedzením státi vody na drevených povrchoch cez vhodný sklon na povrchoch
- obmedzením otvorov, štrbín...kdekoľvek, kde by mohla voda preniknúť a hromadiť sa
- obmedzením priameho vsakovania vody – použitím vhodných zábran
- obmedzením prasklín a delaminácií, špeciálne na čele nosníkov – návrh vhodného tesnenia, prípadne krytím
- obmedzením napučnutia, zmršťovania, zaistením vhodnej počiatkovej vlhkosti a znížením zmien vlhkosti za prevádzky cez adekvátne ochrany povrchu
- výberom geometrie konštrukcie, ktorá zaručí prirodzenú ventiláciu všetkých drevených častí

Riziko zvýšenej vlhkosti prvkov blízko zeme môže byť znížené:

- Pokrytím zeme hrubým štrkom (a podobným) na zabránenie rastu vegetácie
- Zväčšením vzdialeností medzi drevenými časťami a povrchom zeme

Odolnosť voči koróziám je takisto dôležitá. Pre oceľové časti a spojovacie prostriedky je doporučená ochrana pozinkovaním (Fe/Zn 25c) alebo namiesto toho je možné použiť priamo nerezovú oceľ.

Samotná ochrana dreva je zabezpečená procesom impregnácie.

Drevo impregnované pod vysokým tlakom s netoxickou minerálnou soľou v súlade s množstvom a metódami stanovenými v EN 351-1 normách. Následne po impregnácii, materiál je sušený ďalších 6 týždňov. Po sušení je drevo ošetrené špeciálnou vodorozpustnou transparentnou impregnáciou na báze akrylátom a olejom modifikovaných polyuretánových disperzií. Tento proces je ľahko opakovateľný. Impregnované drevo je chránené voči vode a UV žiareniu prostredníctvom impregnačnej látky na voskovej báze.

4 Údržba a revízne prehliadky

Pravidelné údržby a prehliadky sú nutné na zaistenie dlhej životnosti konštrukcie a predchádzaniu poškodeniam kvôli počasiu či hnilobným procesom. Mosty sú monitorované podobne ako ostatné mosty, len postupy a metódy sú upravené pre dané materiálové charakteristiky dreva, viď Pousette(2006) [23].

Cez čistenie, ktoré sa odporúča robiť raz ročne, na odstránenie nečistôt ako zeminy, lístia, rastlín. Otvory by mali ostať voľné pre efektívne odvodnenie. Kryté povrchy môžu byť opláchnuté čistou vodou. Vzhľad a funkcia prvkov konštrukcie musí byť

skontrolovaná. Hlavne je dôležité, aby pri kontrole neušli pozornosti znaky hniloby či kazenia na drevených prvkoch.

Údržbový náter by mal byť prevedený po dôkladnom vyčistení. Povrchy, ktoré sú viacej vystavované žiareniu, budú pravdepodobne potrebovať aj viac vrstiev náteru.

Mimo kontroly aktuálneho stavu dreva sa bude dbať zvýšená pozornosť aj na priehyb konštrukcií a ich deformácie, spoje a ďalej stav ochrany drevených a ocelových častí.

O absolvovaných prehliadkach bude zhotovený zápis s uvedením zistených poznatkov, záverov z prehliadky a prípadných nutných opatreniach, ak by sa zistili nejaké poruchy.

Spôsob a dobu na odstránenie porúch určí povolaný statik.

Prehliadky konštrukcií zabezpečuje vlastník objektu.

5 Dôležité upozornenie

- Nová konštrukcia lávky musí navrhnutá tak, aby bola čo najmenej ovplyvnená storočným prietokom Q_{100} → zachovaná rezerva minimálne 0,5m pod lávkou.
- Nesmie dôjsť k narušeniu okolitého prostredia, či poškodeniu ostatných konštrukcií, ktoré sú v tesnej blízkosti.
- Dôležité je aj detailnejšie sa neskôr zaoberať aj samotným napojením lávky k ostatným komunikáciám vzhľadom k značnému rozdielu výšok medzi opernými stenami a blízkym terénom.
- Je potrebné overiť aj vlastné frekvencie lávky, či sú ich hodnoty dostatočne vzdialené tým, ktoré by vyvolali neželanú rezonanciu a ovplyvnili tým kvalitu pohody prechodu u užívateľov lávky.
- Nosné drevené prvky konštrukcie lávky ako i prvky mostovky sú navrhnuté z dreva pevnostných tried GL32c a C24 brané z noriem pre navrhovanie drevených konštrukcií pre lepené lamelové drevo a rastené ihličnaté drevo – vid' [10], [12], [31].
- Materiálové charakteristiky lepeného lamelového a rasteného dreva boli uvažované pre triedu použitia 3 [10].
- Pri výrobe drevených prvkov konštrukcie z lepeného lamelového dreva a rasteného dreva je treba dodržať požiadavky príslušných noriem uvedených v celkovej technickej správe.
- Vypracovaná dokumentácia nenahrádza výrobnú či montážnu dokumentáciu.



6 Zoznam príloh

Obrázky:

1. Obrázok – Priečny rez lávky
2. Obrázok – Statický model lávky
3. Obrázok – Detaily povrchu mostvoky, prvá varianta
4. Obrázok – Detaily povrchu mostvoky, druhá varianta
5. Obrázok – Rozmiestnenie ložísk
6. Obrázok – Mostný záver
7. Obrázok – Odvodnenie lávky

Tabuľky:

1. Tabuľka – Prierezy a rozmery prvého variantu

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

LÁVKA PRO PĚŠÍ A CYKLISTI VE MĚSTE ZVOLEN

B. TECHNICKÁ SPRÁVA
DRUHÉHO VARIANTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. FEDOR HRIC

BRNO 2017



Obsah

1	Technické riešenie lávky	3
1.1	Charakteristika lávky	3
1.2	Riešenie komunikácie na lávke	3
1.3	Spodná stavba	4
1.4	Nosná konštrukcia	4
1.4.1	Materiály	4
1.5	Medzný stav únosnosti	6
1.6	Medzný stav použiteľnosti	7
1.7	Dynamická analýza konštrukcie	7
1.8	Vybavenie lávky	7
1.8.1	Konštrukcia povrchu lávky	7
1.8.2	Ložiská	8
1.8.3	Dilatačné zariadenia	8
1.8.4	Bezpečnostné vybavenie lávky	8
1.8.5	Odvodnenie lávky	9
2	Montáž	9
2.1.1	Cez rýchlostnú cestu	10
2.1.2	Cez železničnú sieť	10
3	Ochrana dreva	10
4	Údržba a revízne prehliadky	11
5	Dôležité upozornenie	11
6	Zoznam príloh	13

1 Technické riešenie lávky

1.1 Charakteristika lávky

U tejto varianty sú hlavnými nosnými prvkami dva oblúkové dvojklbové nosníky z lepeného lamelového dreva triedy GL32c[25] o rozmeroch: dĺžka 31,12 m, šírka 0,24 m a výška 0,52 m. Oblúková konštrukcia je navrhnutá ako parabola. Jej vzopätie jecca 7 m. Na týchto oblúkoch sú pripojené hlavné nosníky (trámy) mostovky z lepeného lamelového dreva triedy GL20h. Ich rozmery sú: dĺžka 30 m, šírka 0,2 m a výška 0,6 m. Osová vzdialenosť medzi nosníkmi je 2,5 m a šírka priechodného priestoru je 2,3 m. Priamy prípoj (styk) trámu na oblúk je navrhnutý ako dvojstrižný spoj so špeciálne tvarovaným vnútorným plechom, svorníkmi a oceľovými záchytkami (typ Bulldog). Ďalšie prepojenie medzi oblúkmi a trámami je zabezpečené oceľovými tiahkami (závesmi), presnejšie ide o trúbky (48,3x4). Ich pripojenie na hlavné trámy, resp. na oblúk je prevedené skrutkami M20 8.8.

Priečniky (drevo C24) sú na hlavné nosníky pripojené za pomoci navrhnutých styčkových plechov. Na zaistenie dostatočnej tuhosti v priečnom smere sú na tieto plechy (uholníky) upravené tak, aby na nich bolo možné pripevniť aj oceľové stužidlá. Priestorová tuhosť je zaistená šraubovým prípojom (šraubami M12 6.8) medzi priečnikom a hlavným nosníkom. Zavetrovanie je prevedené v úrovni priečnikov oceľovými stužidlami z ocele S 355.

Stužidlá sú navrhnuté ako dvojica do kríža skrížených trubiek (60x12,5) dĺžky 3,2 m. Pripojenie stužidiel na priečniky, resp. hlavné nosníky je prevedené dvoma šraubami M20 8.8. Prípoj k trámu, resp. k priečniku musí byť prevedený tak, aby ku kríženiu dvojice stužidiel bolo umožnené.

Mostovka je prevedená zo smrekovcových dosiek tl. 24 mm a pevnosti triedy C20[6]. Pozdĺžniky sú navrhnuté z dreva triedy C24[6], pozdĺžniky sú uložené na drevených priečnikoch po 2 m ako prosté nosníky. Na šírku mostu pripadá 5 pozdĺžnikov s roztečou 0,4 m. Pripojenie pozdĺžnikov na priečniky je za pomoci dvojzávitových skrutiek SFS Intec WT-T-8,2 x 275 mm.

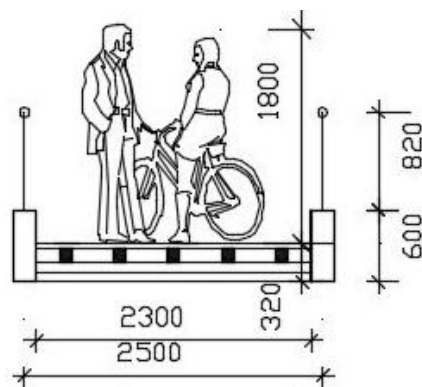
Dôležité je aj samotné uloženie drevenej konštrukcie. Vzhľadom na to, že hlavné nosné trámy sú pomerne úzke, bude nutné k nim neskôr pripojiť drevené príložky resp. plechy, aby trám dobre sadol na mostné ložisko.

1.2 Riešenie komunikácie na lávke

Smerové riešenie lávky leží v priamej. Pozdĺžny sklon lávky je 0,5% (klesá smerom od mestskej časti Balkán do miestnej komunikácie „Na Pustý hrad“). Priečny sklon na lávke je strehovitý 2,5% (doprostred).

Šírkové usporiadanie

Z dôvodov malej intenzity chodcov a cyklistov bolo rozhodnuté, že šírka mosta bude len 2,5 m (t.j. voľná šírka medzi zábradlím: 2,3 m) a bude ňou ako aj inými obmedzeniami (zvislé značenie, geometria príjazdových rámp) zabránené prejazd všetkých typov automobilov. Dovolený bude len mimoriadny vjazd frézy v zimnom období v prípade nutnosti odpratania snehu pri veľkých snehových nádielkach.



Obrázok 1 Priečny rez lávky

1.3 Spodná stavba

V tomto projekte sa detailne spodná stavba lávky nerozoberá. Odporúčasa však vytvoriť ju ako železobetónové opery, ktoré budú napr. na stredne veľkopriemerovýcharmorovaných pilótach. Pilóty by mali byť uložené do dostatočnej hĺbky, aby v prípade veľkých prívalových vôd nedošlo k podmytiu základov.

1.4 Nosná konštrukcia

Tabuľka 1 Prierezy a rozmery druhého variantu

Prvok	výška h [mm]	šírka b [mm]	Trieda
Dosky	24	200	C20
Pozdĺžnik	120	100	C24
Priečnik	220	180	C24
Hlavný trám	600	200	GL20h
Oblúk	520	240	GL32c

1.4.1 Materiály

1.4.1.1 Hlavná nosná konštrukcia lávky

Hlavným materiálom nosnej drevenej konštrukcia lávky:

lepené lamelové drevo GL32c[25]

Youngov modul $E_{0,mean} = 13500$ MPa;

$E_{90,mean} = 300$ MPa;

$E_{0,05} = 11200$ MPa

Modul pružnosti v šmyku:

$G_{mean} = 650$ MPa

$G_{0,05} = 540$ MPa

Pevnosť:

v ohybe	$f_{m,k} = 32$ MPa;	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_M};$	$f_{m,d} = 17,92$ MPa
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 19,5$ MPa;	$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,0,d} = 10,92$ MPa
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,5$ MPa;	$f_{t,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,90,d} = 0,28$ MPa
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 24,5$ MPa;	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,0,d} = 13,72$ MPa
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,5$ MPa;	$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,90,d} = 1,4$ MPa
v šmyku	$f_{v,k} = 3,5$ MPa;	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{v,d} = 1,96$ MPa
v valivom šmyku	$f_{r,k} = 1,2$ MPa;	$f_{r,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{r,d} = 0,67$ MPa

Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 400 \text{ kg.m}^3$;	$\rho_{k,\text{mean}} = 440 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,25$	$k_{\text{mod}} = 0,7$
<u>lepené lamelové drevo GL20h[25]</u>			
Youngov modul $E_{o,\text{mean}} = 8400 \text{ MPa}$;		$E_{90,\text{mean}} = 300 \text{ MPa}$;	$E_{0,05} = 7000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti v šmyku:		$G_{\text{mean}} = 650 \text{ MPa}$	$G_{0,05} = 540 \text{ MPa}$
Pevnosť:			
v ohybe	$f_{m,k} = 20 \text{ MPa}$;	$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{mk}}{\gamma_M}$;	$f_{m,d} = 11,2 \text{ MPa}$
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 16 \text{ MPa}$;	$f_{t,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,0,d} = 8,96 \text{ MPa}$
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,5 \text{ MPa}$;	$f_{t,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$;	$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,0,d} = 11,2 \text{ MPa}$
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$;	$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,90,d} = 1,4 \text{ MPa}$
v šmyku	$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$;	$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$;	$f_{v,d} = 1,96 \text{ MPa}$
v valivom šmyku	$f_{r,k} = 1,2 \text{ MPa}$;	$f_{r,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$;	$f_{r,d} = 0,67 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 355 \text{ kg.m}^3$;	$\rho_{k,\text{mean}} = 390 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,25$	$k_{\text{mod}} = 0,7$

1.4.1.2 Mostovka

Hlavným materiálom drevenejmostovky lávky:

Rastené drevo C24[25]

Youngov modul $E_{0,\text{mean}} = 11000 \text{ MPa}$;	$E_{90,\text{mean}} = 370 \text{ MPa}$;	$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$	
Modul pružnosti v šmyku:	$G_{\text{mean}} = 650 \text{ MPa}$		
Pevnosť:			
v ohybe	$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$;	$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{mk}}{\gamma_M}$;	$f_{m,d} = 12,9 \text{ MPa}$
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$;	$f_{t,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,0,d} = 7,54 \text{ MPa}$
v ťahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$;	$f_{t,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,90,d} = 0,32 \text{ MPa}$
v tlaku s vláknami	$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$;	$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,0,d} = 11,3 \text{ MPa}$
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$;	$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$;	$f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa}$
v šmyku	$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$;	$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$;	$f_{v,d} = 2,15 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 350 \text{ kg.m}^3$;	$\rho_{k,\text{mean}} = 420 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,3$	$k_{\text{mod}} = 0,7$

Rastené drevo C20[25]

Youngov modul $E_{0,\text{mean}} = 9500 \text{ MPa}$	$E_{90,\text{mean}} = 370 \text{ MPa}$;	$E_{0,05} = 6400 \text{ MPa}$
Modul pružnosti v šmyku:	$G_{\text{mean}} = 590 \text{ MPa}$	
Pevnosť:		

v ohybe	$f_{m,k} = 20 \text{ MPa}$;	$f_{m,d} = k_h \cdot \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{mk}}{\gamma_M}$;	$f_{m,d} = 14 \text{ MPa}$
v ťahu s vláknami	$f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$;	$f_{t,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M}$;	$f_{t,0,d} = 7,54 \text{ MPa}$

v tahu \perp na vlákna	$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa};$	$f_{t,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{t,90,d} = 0,21 \text{ MPa}$
v tlaku \parallel s vlákny	$f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa};$	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,0,d} = 10,2 \text{ MPa}$
v tlaku \perp na vlákna	$f_{c,90,k} = 2,2 \text{ MPa};$	$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M};$	$f_{c,90,d} = 1,18 \text{ MPa}$
v šmyku	$f_{v,k} = 3,6 \text{ MPa};$	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M};$	$f_{v,d} = 1,94 \text{ MPa}$
Jednotková hmotnosť	$\rho_k = 330 \text{ kg.m}^3;$	$\rho_{k,mean} = 390 \text{ kg.m}^3$	
		$\gamma_m = 1,3$	$k_{mod} = 0,7$

1.4.1.3 Spojovacie prostriedky

Šraubý

M20 a M16, materiál 6.8:

Medza pevnosti $f_{ub} = 600 \text{ MPa}$

Medza klzuvy $f_{yb} = 480 \text{ MPa}$

M20 a M12, materiál 8.8:

Medza pevnosti $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Medza klzuvy $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$

Svorníky

 $\varnothing 30, \varnothing 20$ a $\varnothing 16$,

materiál ocel' S355

Medza pevnosti $f_{ud} = 510 \text{ MPa}$

Medza klzuvy $f_{yd} = 355 \text{ MPa}$

Kolíky

 $\varnothing 20$

materiál ocel' S355

Medza pevnosti $f_{ud} = 510 \text{ MPa}$

Medza klzuvy $f_{yd} = 355 \text{ MPa}$

Skrutky

SFS Intec WT-T-8,2 x 275

 $f_{ax,90,k} = 13,35 \text{ MPa}$ pre $5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$
 $f_{head,k} = 10 \text{ MPa}$ pre $20 \text{ mm} \leq t_1$ $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$
 $f_{tens,k} = 28,6 \text{ kN}$

HECO $\varnothing 8/\text{dl. } 80 \text{ mm}$
 $f_{ax,k} = 11,8 \text{ MPa}$ pre $5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$
 $f_{head,k} = 9,4 \text{ MPa}$ pre $20 \text{ mm} \leq t_1$ $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$
 $f_{tens,k} = 15 \text{ kN}$

Ocel' záchytká (Bulldog) C2

materiál ocel' S355

Medza pevnosti $f_{ud} = 510 \text{ MPa}$

Medza klzuvy $f_{yd} = 355 \text{ MPa}$

1.4.1.4 Ostatné materiály

Betón:

Opera C30/37 XF2;

Křídlo C16/20;

Betonárska výstuž B500B

1.5 Medzný stav únosnosti

Jednotlivé prvky boli na medzný stav únosnosti posudzované na maximálne vnútorné sily vypočítané z príslušných kombinácií. Pre mostovku (dosky) bola ako rozhodujúca kombinácia sneh + mimoriadne zaťaženie (fréza). Medzný stav únosnosti však nebol pre posúdenie tohoto prvku rozhodujúci.

Pozdĺžniky a priečniky sú posudzované hlavne na kombináciu tlak + ohyb(6.20) [10]. Pri pozdĺžniku však bol rozhodujúci skôr posudok priehybu.

Hlavné nosné časti lávky(trám a oblúk) boli podobne ako mostovka posudzované hlavne na kombináciu tlak + ohyb(6.20), u týchto prvkov bolo toto posúdenie rozhodujúce.

U hlavného nosníka (trámu) by vyhovela aj nižšia výška profilu, ale nakoniec sa výška 0,6m určila na základe neskorších požiadaviek na spoj medzi oblúkom a hlavným nosníkom.

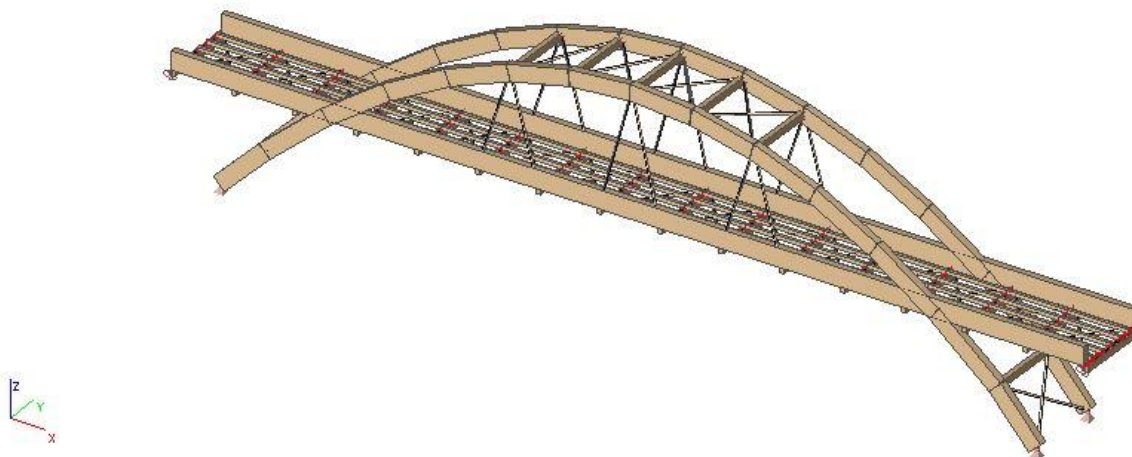
Oceľové prvky konštrukcie(stužidlá a závesy) boli posúdené hlavne na tlak(ak bol prítomný), inak rozhodoval ťah.

1.6 Medzný stav použiteľnosti

Jednotlivé prvky boli na medzný stav použiteľnosti posudzované na kvazistálu kombináciu, vid' 6.5.3c (6.16b)[1]. Limitná hodnota pre priehyb bola uvažovaná $L/250$. Ako už bolo spomínané, táto kombinácia bola rozhodujúca pre mostovku(dosky) ako aj pre pozdĺžnik.

1.7 Dynamická analýza konštrukcie

Pre lávku bola vypracovaná aj dynamická analýza v programe SciaEngineer 2016.0. Pozostáva zo zistenia počtu a jednotlivých hodnôt vlastných frekvencií konštrukcie lávky. Následne boli porovnané s požadovanými hodnotami pre lávku(A2.4.3.2)[1]. V prípade ak hodnoty vlastných frekvencií nespĺňali minimálne požiadavky, bol prevedený podrobnejší dynamický posudok podľa[19] [20].



Obrázok 2 Statický model lávky

1.8 Vybavenie lávky

1.8.1 Konštrukcia povrchu lávky

Na konštrukciu povrchu lávky sa núkajú dve varianty.

1.8.1.1 1. varianta– dosky

Povrch bude tvorený len navrhnutými doskami, čo prenesú všetko prítomné zaťaženie do pozdĺžnikov.



Obrázok 3 Detail povrchu mostovky, prvá varianta

1.8.1.2 2. varianta – dosky + ďalšie vrstvy

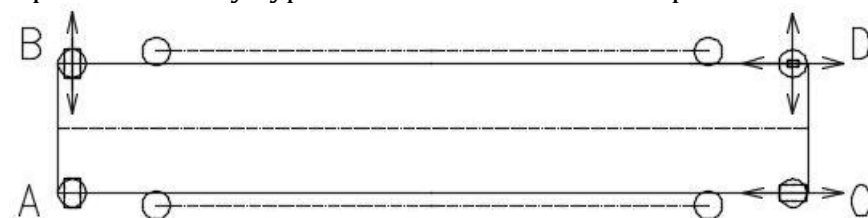
Povrch nebude tvorený len navrhnutými doskami, ale aj pridané vrstvy mostovky (R-materiál, asfaltový betón), čo prenesú všetko prítomné zaťaženie najprv do spomínaných dosiek a až potom dosky do pozdĺžnikov.



Obrázok 4 Detail povrchu mostovky, druhá varianta

1.8.2 Ložiská

Pre tieto konštrukcie budú použité elastomerové ložiská, ktoré budú navrhnuté podľa katalógov dostupných na www.helmos.cz. Bližšie detaily ohľadom ložísk budú popísané v prílohe Statický výpočet druhého variantu v kapitole 7. Návrh a posúdenie ložísk.

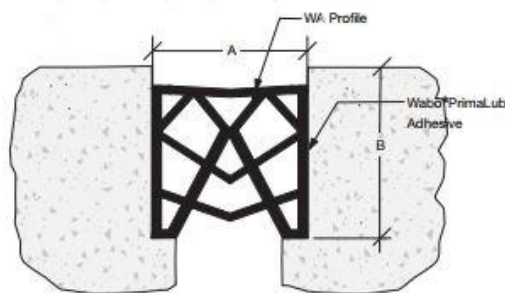


Obrázok 5 Rozmiestnenie ložísk

1.8.3 Dilatačné zariadenia

Na umožnenie dilatácie konštrukcie lávky budú použité mostné závery. Tieto mostné závery sú navrhnuté na oboch koncoch lávky ako pretvarované neoprénové tlakové tesnenie (viď WatsonBowmanAcme products).

K tomuto účelu je možné použiť napríklad mostné závery firmy WatsonBowman WA-225 s umožnenými posunmi ± 24 mm. Detaily samotného napojenia a postup montáže budú neskôr predložené príslušným dodávateľom mostných záverov.



Obrázok 6 Mostný záver

1.8.4 Bezpečnostné vybavenie lávky

Na oboch stranách je osadené na hlavné nosníky priedušné zábradlie do výšky 1100 mm od pochôdznej vrstvy mostovky. Čistá vzdialenosť medzi madlami je pre túto variantu na hodnote (2,3 m). Maximálna osová vzdialenosť medzi jednotlivými výplňovými prvkami zábradlia je max. 120 mm.

1.8.5 Odvodnenie lávky

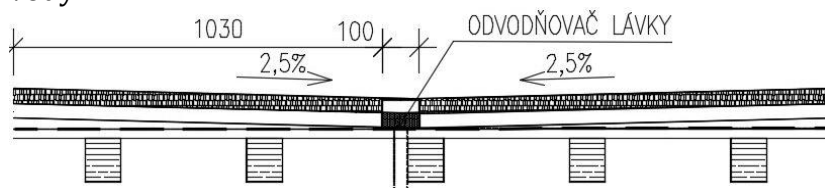
1.8.5.1 1. variantamostovky–dosky

Pri tejto variante je odvodnenie zabezpečené pozdĺžnym sklonom 0,5%. Ďalej je dôležité aby pre povrch boli použité dosky zo smrekovcového dreva. Toto drevo sa vyznačuje ľahkosťou, pružnosťou, ale hlavne s dobrou trvanlivosťou na vzduchu i vo vode. Je však nutné dbať na dostatočné medzery medzi samotnými doskami tak, že i v prípade napučania týchto dosiek bude medzi nimi stála dostatočná medzera, cez ktorú bude voda môcť odtiecť.

Ak uvážime, že drevo môže pri náraste vlhkosti o 1% môže napučať o 0,3% v tangenciálnom rozmere[16], je zrejmé, že nanávrh medzery treba dať zvýšenú pozornosť. Predbežný návrh je dodržať medzeru medzi doskami aspoň 50mm od okrajov.

1.8.5.2 2. variantamostovky –dosky + ďalšie vrstvy

Pri tejto variante je odvodnenie zabezpečené nielen pozdĺžnym sklonom 0,5% ale aj priečnym strechovitým sklonom 2,5%, ktorý je zabezpečený vrchnými vrstvami mostovky(R-materiál, asfaltový betón). Samotný prenos vody mimo konštrukciu je zabezpečený povrchovým žliabkom a drenážnou celoperforovanou trúbkou DN50 umiestnenou v druhej vrstve(R-materiál) uprostred mostovky. Odvod vody z trúbky bude zabezpečený vhodne rozmiestnenými(každých 7,5m) odvodňovačmi ústiacimi pod mostovku. Toto rozmiestnenie sa uváži aj podľa toho ako budú vyzerat' jednotlivé vlastné tvary konštrukcie, aby pri každom stave konštrukcie bolo zamedzené k státiu vody.



Obrázok 7 Odvodnenie lávky

1.8.5.3 Izolácie lávky

V prípade použitia 2 variantymostovky(s prídavnými vrstvami), je nutná prítomnosť aj vrstvy hydroizolácie. Napríklad oxidovaného asfaltového pásu.

2 Montáž

Konštrukcie a všetky jej časti budú realizované podľa normy ČSN 73 2810 Dřevěnékonstrukce – Provádění[13].

Pri výrobe a montáži je nutné robiť priebežné kontroly a to hlavne geometrie prvkov, predpísaných rozmerov konštrukčných celkov a konštrukčných detailov (hlavne spojov a prípojev). Jedná sa o kontroly vizuálne, resp. kontroly s použitím meracích prístrojov. Keďže lávka má rozpätie 30m, jednotlivé drevené prvky konštrukcie môžu byť dopravené na stavenisko v celku. Nie je nutné delenie na prepravné celky a následné riešenie montážnych spojov.

Aj samotná lokalita, kde sa lávka bude nachádzať je dobre dostupná. Doprava jednotlivých prvkov môže byť realizovaná:

2.1.1 Cez rýchlostnú cestu

Hneď nad ľavým brehom sa nachádza most rýchlostnej cesty E77. Z mosta potom môžu byť jednotlivé nosné prvky priamo zvesené na ložiská. V prípade využitia tejto varianty je nutné informovať NDS a v priebehu zvesenia uzatvoriť daný jazdný pruh.

2.1.2 Cez železničnú sieť

Na pravom brehu je zase len 300-400m vzdialená železničná stanica Zvolen – osobná stanica, je to významný železničný uzol a sú tu prítomné aj manipulačné koľaje, aj koľaje pre zvláštne určenie. Jednotlivé nosné prvky môžu byť dopravené do železničnej stanice Zvolen a z nej pomocou vozíkov dopravené na stavenisko. V prípade využitia tejto varianty je nutné informovať ŽSR, resp. železničnú stanicu Zvolen.

3 Ochrana dreva

Životnosť exteriérových drevených konštrukcií je ovplyvnená dažďovými a snehovými zrážkami, vetrom a slnečným žiarením. Drevené konštrukcie v exteriéri by mali byť navrhnuté na optimálnu odolnosť výberom vhodných detailov, dimenzií, spojov a ošetrovaním povrchov (odpovedajúcej triede ohrozenia, definovanej v EN 335-3). Materiály a ošetrenia by mali byť vybrané na základe požiadaviek na životnosť a použiteľnosť, počítajúc s rizikom výskytu drevokazných húb a spôsobilosťou pre inšpekciu, údržbu a opravu.

Najkritickejším vplyvom na drevené materiály je účinok vlhkosti. Tieto účinky môžu byť zminimalizované:

- zmenšením prenikaniu vlhkosti návrhom efektívneho krytu, vhodným obložením,
- zabránením priamemu vystaveniu konečných spojov,
- použitím spojovacích prostriedkov znižujúcich riziko trhlín,
- zvolením dostatočnej vzdialenosti medzi drevenými prvkami a zemou...
- zaistením rýchleho schnutia (v prípade príjmu nadmernej vlhkosti) – použitie difúzných otvorov, vyvarovať sa úzkych trhlín pri spojoch

Keďže na ochranu proti dažďu by pokrytie celej konštrukcie strechou, prípadne obložením bolo ekonomicky náročnejšie, životnosť konštrukcie môže byť vylepšená nasledujúcimi možnosťami:

- obmedzením státiť vody na drevených povrchoch cez vhodný sklon na povrchoch
- obmedzením otvorov, štrbín, kdekoľvek, kde by mohla voda preniknúť a hromadiť sa
- obmedzením priameho vsakovania vody – použitím vhodných zábran
- obmedzením prasklín a delaminácií, špeciálne na čele nosníkov – návrh vhodného tesnenia, prípadne krytím
- obmedzením napučnutia, zmršťovania, zaistením vhodnej počiatočnej vlhkosti a znížením zmien vlhkosti za prevádzky cez adekvátne ochrany povrchu
- výberom geometrie konštrukcie, ktorá zaručí prirodzenú ventiláciu všetkých drevených častí

Riziko zvýšenej vlhkosti prvkov blízko zeme môže byť znížené:

- pokrytím zeme hrubým štrkom (a podobným) na zabránenie rastu vegetácie
- zväčšením vzdialeností medzi drevenými časťami a povrchom zeme

Odolnosť voči korózií je takisto dôležitá. Pre ocelové časti a spojovacie prostriedky je doporučená ochrana pozinkovaním (Fe/Zn 25c) alebo namiesto toho je možné použiť priamo nerezovú oceľ.

Samotná ochrana dreva je zabezpečená procesom impregnácie.

Drevo impregnované pod vysokým tlakom s netoxickou minerálnou soľou v súlade s množstvom a metódami stanovenými v EN 351-1 normách. Následne po impregnácii, materiál je sušený ďalších 6 týždňov. Po sušení je drevo ošetrené špeciálnou vodorozpustnou transparentnou impregnáciou na báze akrylátov a olejom modifikovaných polyuretánových disperzií. Tento proces je ľahko opakovateľný. Impregnované drevo je chránené voči vode a UV žiareniu prostredníctvom impregnačnej látky na voskovej báze.

4 Údržba a revízne prehliadky

Pravidelné údržby a prehliadky sú nutné na zaistenie dlhej životnosti konštrukcie a predchádzaniu poškodeniam kvôli počasiu či hnilobným procesom. Mosty sú monitorované podobne ako ostatné mosty, len postupy a metódy sú upravené pre dané materiálové charakteristiky dreva, vid' Pousette(2006) [23].

Cez čistenie, ktoré sa odporúča robiť raz ročne, na odstránenie nečistôt ako zeminy, lístia, rastlín. Otvory by mali ostať voľné pre efektívne odvodnenie. Kryté povrchy môžu byť opláchnuté čistou vodou. Vzhľad a funkcia prvkov konštrukcie musí byť skontrolovaná. Hlavne je dôležité, aby pri kontrole neušli pozornosti znaky hniloby či kazenia na drevených prvkoch.

Údržbový náter by mal byť prevedený po dôkladnom vyčistení. Povrchy, ktoré sú viacej vystavované žiareniu, budú pravdepodobne potrebovať aj viac vrstiev náteru.

Mimo kontroly aktuálneho stavu dreva sa bude dbať zvýšená pozornosť aj na priehyb konštrukcií a ich deformácie, spoje a ďalej stav ochrany drevených a ocelových častí.

O absolvovaných prehliadkach bude zhotovený zápis s uvedením zistených poznatkov, záverov z prehliadky a prípadných nutných opatreniach, ak by sa zistili nejaké poruchy. Spôsob a dobu na odstránenie porúch určí povoláný statik.

Prehliadky konštrukcií zabezpečuje vlastník objektu.

5 Dôležité upozornenie

- Nová konštrukcia lávky musí navrhnutá tak, aby bola čo najmenej ovplyvnená storočným prietokom Q_{100} → zachovaná rezerva minimálne 0,5m pod lávkou.
- Nesmie dôjsť k narušeniu okolitého prostredia, či poškodeniu ostatných konštrukcií, ktoré sú v tesnej blízkosti.
- Dôležité je aj detailnejšie sa neskôr zaoberať aj samotným napojením lávky k ostatným komunikáciám vzhľadom k značnému rozdielu výšok medzi opornými stenami a blízkym terénom.
- Je potrebné overiť aj vlastné frekvencie lávky, či sú ich hodnoty dostatočne vzdialené tým, ktoré by vyvolali neželanú rezonanciu a ovplyvnili tým kvalitu pohody prechodu u užívateľov lávky.
- Nosné drevené prvky konštrukcie lávky ako i prvky mostovkysú navrhnuté z dreva pevnostných tried GL32c a C24 brané z noriem pre navrhovanie drevených konštrukcií pre lepené lamelové drevo a rastené ihličnaté drevo – vid'[10], [12], [31].



- Materiálové charakteristiky lepeného lamelového a rasteného dreva boli uvažované pre triedu použitia 3[10].
- Pri výrobe drevených prvkov konštrukcie z lepeného lamelového dreva a rasteného dreva je treba dodržať požiadavky príslušných noriem uvedených v celkovej technickej správe.
- Vypracovaná dokumentácia nenahrádza výrobnú či montážnu dokumentáciu.



6 Zoznam príloh

Obrázky:

1. Obrázok – Priečny rez lávky
2. Obrázok – Statický model lávky
3. Obrázok – Detaily povrchu mostvoky, prvá varianta
4. Obrázok – Detaily povrchu mostvoky, druhá varianta
5. Obrázok – Rozmiestnenie ložísk
6. Obrázok – Mostný záver
7. Obrázok – Odvodnenie lávky

Tabuľky:

1. Tabuľka – Prierezy a rozmery druhého variantu